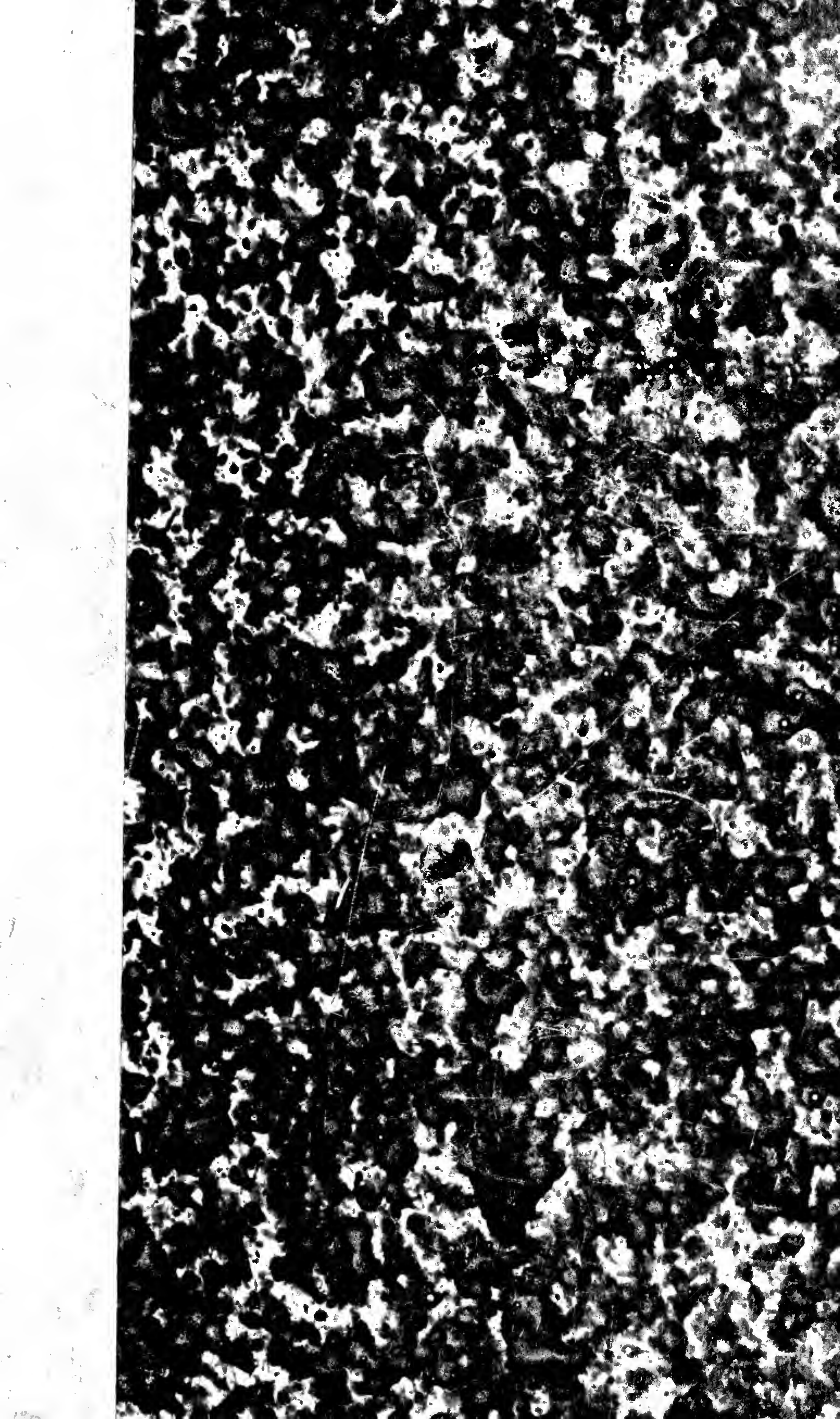
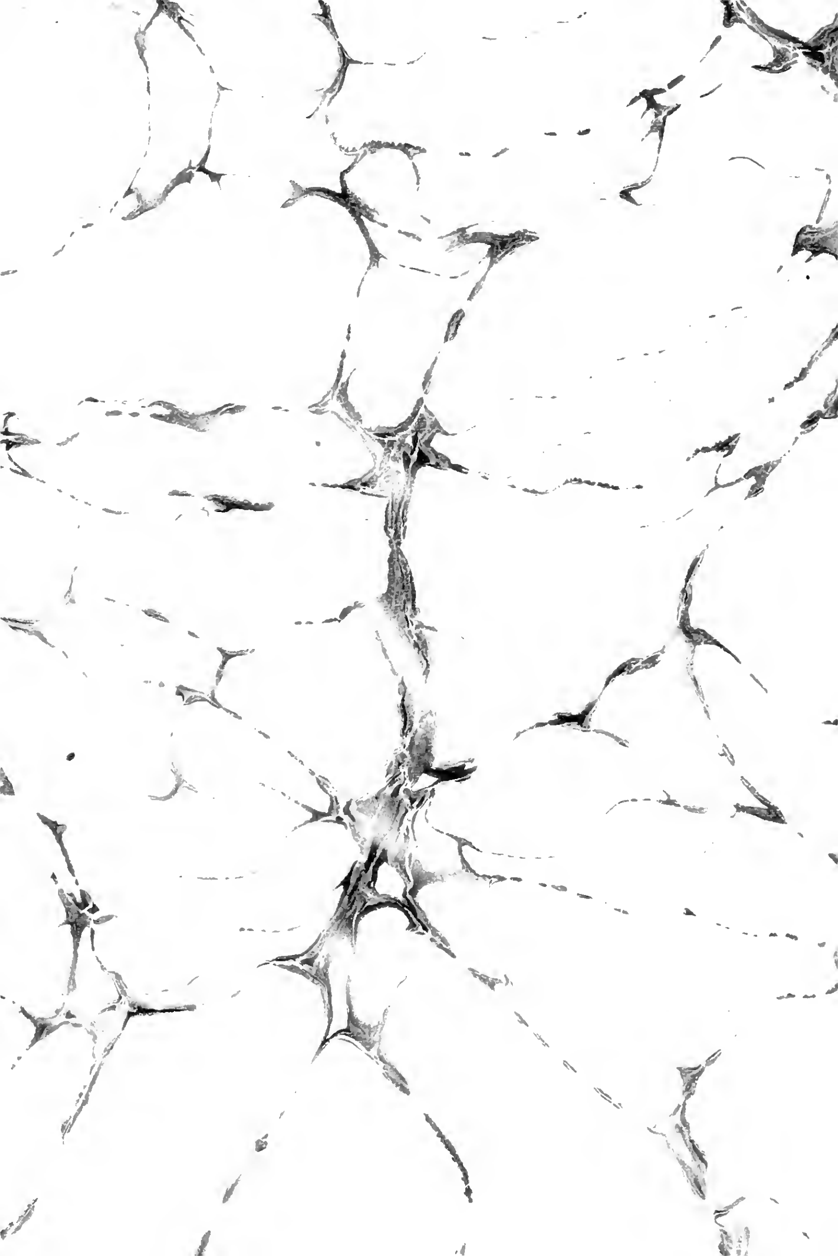
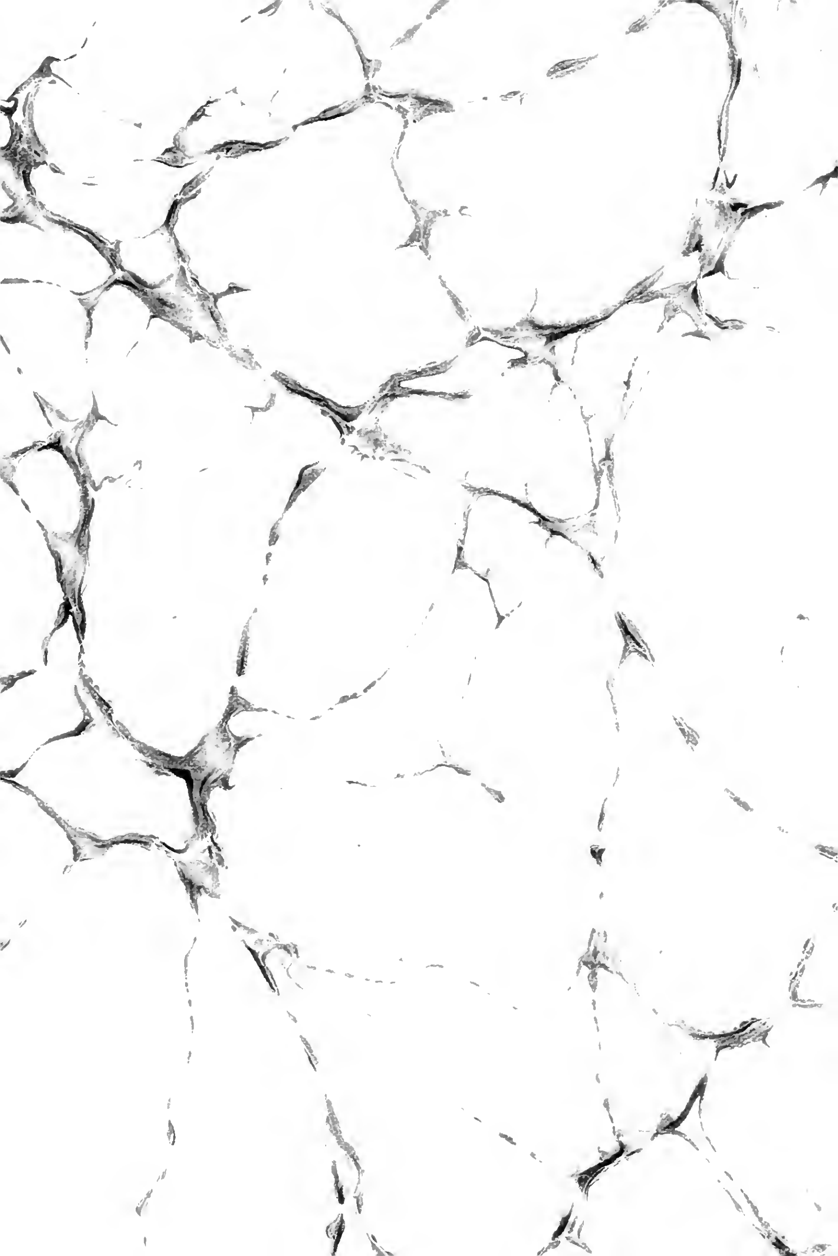






COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-CINQUIEME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1902.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1902

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUILLET 1902,

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Faye*, Membre de la Section d'Astronomie, dont les obsèques ont eu lieu aujourd'hui même.

La séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance, et l'élection qui doit avoir lieu.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la relation entre l'intensité du courant voltaïque et la manifestation du débit électrolytique*; par M. **Berthelot**.

« Les expériences que j'ai publiées sur cette relation se rapportent à des piles dont la force électromotrice est considérable et surpasse de beaucoup celle qui est nécessaire pour électrolyser l'eau acidulée. C'est

pourquoi il me paraît utile d'en présenter quelques-unes concernant des piles dont la force électromotrice ne surpasse que de très petites quantités la force contre-électromotrice du voltamètre. J'ai choisi comme élément fondamental un élément dans lequel le vase poreux intérieur renfermait 50^{cm^3} de soude ($NaOH = 5^l$), additionnée d'un cinquième de son volume de pyrogallol ($C^6H^6O^3 = 5^l$); tandis que le vase extérieur contenait 250^{cm^3} de chlorure de sodium ($NaCl = 5^l$), additionné d'un cinquième de son volume d'eau oxygénée ($H^2O^2 = 5^l$).

» I. J'ai opéré d'abord avec 2 éléments, et j'ai mesuré la force électromotrice, l'intensité, et l'action électrolytique; puis j'ai répété les mêmes essais avec un seul élément. Le tout à une température voisine de 25°.

» 11^h24^m. Force électromotrice : $0^{volt},86 \times 2 = 1^{volt},72$.

» 11^h25^m. Le courant a été fermé sur une résistance extérieure $R = 54000$ ohms.

» 11^h26^m. Déviation en divisions de l'échelle : $n = 53^d,5$.

» Cette déviation, mesurée de minute en minute, est demeurée tout à fait constante. A 11^h30^m, on mesure la force électromotrice :

$$0^{volt},85 \times 2 = 1^{volt},70.$$

On ouvre alors le circuit, puis on le referme sur le voltamètre.

» Voltamètre à SO^3H^2 étendu; $0^m,760$. Rien. Pression réduite à $0^m,008$: Électrolyse lente, mais nette au bout de 2 minutes.

» Voltamètre avec pyrogallol; $0^m,76$. Électrolyse notable, avec dégagement d'hydrogène.

» La force électromotrice mesurée ensuite : $0^{volt},85 \times 2 = 1^{volt},70$.

» On voit que cette pile s'est comportée comme d'intensité sensiblement constante pendant la durée des essais.

» D'après la déviation du galvanomètre et la force électromotrice de la pile, la résistance intérieure de celle-ci

$$\rho = \frac{1,70 \times 2000000}{53,5} - 54000 = 9550 \text{ ohms};$$

d'où l'on conclut

$$i = 0^{amp},00001;$$

dégagement d'hydrogène par minute dans le voltamètre : $0^{mg},000006$; pour un voltage calculé de : $1,70 - 1,60 = 0^{volt},1$.

» Le voltage réel est un peu plus fort, la force électromotrice nécessaire pour décomposer l'eau acidulée étant comprise, en réalité, entre $1^{volt},5$

et $1^{volt},6$; par suite le dégagement calculé d'hydrogène est compris entre $0^{mg},000012$ et $0^{mg},000006$.

» Observons d'ailleurs que la limite trouvée par expérience dans le voltamètre avec 2 daniells, sous une pression de $0^{m},005$, répond, comme je l'ai indiqué, expressément, à $0^{mg},000014$ par minute pour un dégagement très net, et à une valeur à peu près moitié moindre, $0^{mg},000007$, pour le point où le phénomène commence à être visible.

» D'après ces indications, on ne doit apercevoir aucun dégagement sous la pression $0^{m},76$ (dégagement limite $0^{mg},00037$); mais on doit apercevoir un dégagement d'hydrogène, faible et lent, à pression réduite; c'est exactement ce que l'expérience a montré.

» En opérant l'électrolyse avec un voltamètre à SO^4H^2 renfermant du pyrogallol, le voltage calculé sera $1,7 - 0,8 = 0^{volt},9$.

» $i' = 0^{amp},00009$ répond à un dégagement d'hydrogène de $0^{mg},000054$ par minute; la limite d'un dégagement d'hydrogène très net étant 0,000087, et celle d'un dégagement lent : $0^{mg},000043$. Nous sommes donc bien dans les limites d'une électrolyse manifeste : l'expérience et le calcul concordent.

» II. Voici maintenant les expériences faites avec un seul élément, semblable à ceux de la pile précédente.

» 11^h33^m. $E = 0^{volt},87$.

» 11^h34^m. Courant fermé. Résistance extérieure, $R = 54000$ ohms.

» 11^h35^m. $n = 27^{div},3$. — Cette déviation, mesurée de minute en minute, reste identique jusqu'à 11^h39^m.

» Alors $E = 0^{volt},82$. Courant ouvert, puis refermé, E remonte à $0^{volt},87$; puis, après les essais d'électrolyse, $0^{volt},83$.

» J'adopterai pour le calcul cette valeur $0^{volt},83$.

» On en déduit :

$$\frac{0,83}{27,3}\,2000000 - 54000 = 6080 \text{ ohms} = \rho.$$

Ce chiffre surpasse un peu $\frac{9550}{2} = 4775$, qui répondait aux deux éléments ci-dessus réunis.

» Il n'y a pas lieu de se préoccuper, cette fois, de l'électrolyse de l'acide étendu seul, E étant insuffisant.

» L'expérience d'ailleurs n'a rien donné, même à pression réduite.

» Mais, pour le voltamètre avec pyrogallol,

$$i' = \frac{0,83 - 0,80}{6080} = 0^{\text{amp}},0000049,$$

équivalant à un dégagement d'hydrogène par minute de $0^{\text{mg}},0000030$, quantité de peu inférieure à la limite d'un débit bien net, soit $0^{\text{mg}},0000036$, sous pression réduite, mais supérieure à la limite extrême, $0^{\text{mg}},0000018$.

» En fait, les essais d'électrolyse au moyen du voltamètre renfermant du pyrogallol n'ont rien fourni sous la pression $0^{\text{m}},76$; tandis que, sous une pression réduite à $0^{\text{m}},007$, il s'est produit un lent dégagement de bulles gazeuses. Il y a donc concordance entre les prévisions du calcul et l'observation, même pour ces limites extrêmes, répondant à un excès de force électromotrice de $0^{\text{volt}},03$ seulement.

» Observons, en outre, que cette limite suffit pour déterminer une électrolyse visible; ce qui fournit d'ailleurs un nouveau contrôle pour l'exactitude des mesures employées dans le calcul des phénomènes. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Propriétés d'une certaine anomalie pouvant remplacer les anomalies déjà connues dans le calcul des perturbations des petites planètes* (1). Note de M. O. CALLANDREAU.

« J'ai en vue l'étude qualitative des perturbations d'une petite planète du type d'Hécube par Jupiter, au moyen des méthodes de Laplace déjà utilisées dans un travail antérieur (2).

» Il y a d'abord à obtenir l'expression de f dans (9).

» On passera de l'intégrale

$$\varphi' = x = p \sin\alpha + q \cos\alpha$$

de l'équation réduite

$$\frac{d^2x}{d\alpha^2} + x = 0,$$

(1) Voir les *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1478.

(2) *Sur quelques cas de commensurabilité*... (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. XXII). Il paraît, d'après les Mémoires des *Œuvres complètes*, que Laplace s'est servi de cette méthode pour prévoir la forme des résultats, quitte à arriver ensuite à ceux-ci de la manière la plus directe (voir en particulier le t. XI, p. 58, 143, 248).

à l'équation (9), en déterminant p, q par les équations différentielles

$$(10)\quad \begin{cases} \dfrac{dp}{d\alpha} = -m'\displaystyle\int f \cos\alpha\, d\alpha, \\ \dfrac{dq}{d\alpha} = +m'\displaystyle\int f \sin\alpha\, d\alpha. \end{cases}$$

Comme il s'agit surtout d'une étude qualitative pour connaître la forme de la solution ou choisir la valeur numérique à attribuer à $\varphi'^2 + \varphi''^2$ (la constante arbitraire dans l'intégrale de Jacobi étant supposée déjà connue), l'énumération des termes utiles dans f, c'est-à-dire ceux qui peuvent produire dans p, q des inégalités séculaires ou à longue période, est limitée aux premiers termes; l'excentricité de l'orbite de Jupiter est négligée; l'argument à petit diviseur est désigné par

$$\Theta = \alpha - 2n' \int \left(\frac{\varphi + \varphi''}{\mu}\right)^{\frac{3}{2}} d\alpha \ldots.$$

Nos d'ordre.	Termes de f.	Valeurs utiles de i.
1..................	$\sin(i\alpha + i\Theta)$	$i = 1$
2..................	$\varphi' \cos(i\alpha + i\Theta)$	$i = 2$
3..................	$\varphi'' \sin(i\alpha + i\Theta)$	$i = 2$
4..................	$\varphi'\varphi'' \cos(i\alpha + i\Theta)$	$i = 1, 3$
5..................	$\varphi'^2 \sin(i\alpha + i\Theta)$	$i = 1, 3$
....	....	....

» Une première remarque est évidente : Si f ne contient que $x = \varphi'$, et si les termes m'^2 sont négligés,

$$\cos\alpha = \frac{\partial\varphi'}{\partial q}, \qquad \sin\alpha = \frac{\partial\varphi'}{\partial p},$$

et les équations différentielles s'écrivent

$$\left.\begin{aligned} \frac{dp}{d\alpha} &= -\frac{\partial F}{\partial q} \\ \frac{\partial q}{\partial\alpha} &= +\frac{\partial F}{\partial p} \end{aligned}\right\} \qquad F = \int f\, d\varphi'.$$

» A cause de $\varphi''^2 = \varphi'^2 + \varphi''^2 - \varphi'^2$, la présence de puissances paires de φ'' dans f donne un résultat analogue : il suffit, lorsqu'on néglige m'^2, de multiplier les dérivées partielles de la forme $-\dfrac{\partial F}{\partial q}$, $+\dfrac{\partial F}{\partial p}$ par des puissances de $p^2 + q^2$.

» Le calcul direct pour chaque terme du Tableau ci-dessus montre que les parties utiles correspondantes des équations différentielles sont telles que

$$-\frac{\partial F}{\partial q}-(p^2+q^2)\frac{\partial F_1}{\partial q},$$
$$+\frac{\partial F}{\partial p}-(p^2+q^2)\frac{\partial F_1}{\partial p}.$$

Nos d'ordre.	i.	F.	F_1.
1....	1	$p\cos\Theta+q\sin\Theta$	»
2....	2	$(p^2-q^2)\cos2\Theta+2pq\sin2\Theta$	»
3....	2	$(p^2-q^2)\cos2\Theta+2pq\sin2\Theta$	»
4....	3	$(p^3-3pq^2)\cos3\Theta+(3p^2q-q^3)\sin3\Theta$	»
5....	1	$(p^2+q^2)(p\cos\Theta+q\sin\Theta)$	$-2(p\cos\Theta+q\sin\Theta)$
.....	.	....	....

» Soit posé

$$u=p\cos\Theta+q\sin\Theta=e\cos(\Theta+\varpi),$$
$$v=p\sin\Theta-q\cos\Theta=e\sin(\Theta+\varpi);$$

les équations différentielles pour u, v sont de la forme

$$(11)\quad\begin{cases}\dfrac{du}{d\alpha}=-\dfrac{d\Theta}{d\alpha}v+\dfrac{\partial F}{\partial v}+(u^2+v^2)\dfrac{\partial F_1}{\partial v},\\[2ex]\dfrac{dv}{d\alpha}=+\dfrac{d\Theta}{d\alpha}u-\dfrac{\partial F}{\partial u}-(u^2+v^2)\dfrac{\partial F_1}{\partial u};\end{cases}$$

elles ne sont pas canoniques, mais on en déduit une intégrale approchée

$$(12)\qquad H(u,v^2)=h,$$

comme si le système était canonique, en observant que la partie principale de $\frac{d\theta}{d\alpha}$ dépend de $\varphi'^2+\varphi''^2$ ou de u^2+v^2; et la courbe représentée par l'équation ci-dessus, où h résulte des observations, permet de reconnaître s'il s'agit du cas ordinaire ou du cas exceptionnel de la libration.

» Cette question se trouve traitée dans le Mémoire cité, mais d'une manière moins simple.

» L'idée est naturelle d'utiliser l'intégrale (12) et l'intégrale de Jacobi comme point de départ des approximations. Toutefois les essais que j'ai faits naguère dans ce sens au moyen de nombres empruntés à la Thèse remarquable de M. Simonin (voir les Tableaux des pages 67 et 73) m'ont

montré que les variations relatives de H étaient en moyenne de $\frac{1}{10}$, trop forts, il semble, pour que l'idée soit avantageuse en pratique. L'hypothèse d'une ellipse mobile a servi de point de départ dans presque tous les travaux récents et se trouve justifiée par l'expérience.

» J'ajouterai, parce qu'elle se relie naturellement à ce qui précède, une remarque sur le cas particulier où f, périodique et de période 2π par rapport à α, ne contient pas $\frac{dx}{d\alpha}$, cas qui comprend la plupart des exemples traités dans le Chapitre I du Mémoire déjà cité. L'application de la méthode ordinaire d'approximations successives a conduit, on l'a constaté, à des systèmes canoniques, par suite à des intégrales. Or il y a là un fait général qui résulte des premiers principes de la Théorie des invariants intégraux de M. Poincaré. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions analytiques en série de polynomes.* Note de M. **Paul Painlevé.**

« 1. Soit $f(z)$ une branche de fonction analytique, holomorphe à l'origine, et définie dans le voisinage par une série de Mac-Laurin

$$(1) \qquad f(z) = f(0) + \frac{z}{1} f'(0) + \frac{z^2}{1.2} f''(0) + \ldots + \frac{z^n}{n!} f^{(n)}(0) + \ldots.$$

» Représentons par α l'*étoile d'holomorphie* attachée au développement (1), c'est-à-dire l'ensemble des points z du plan qu'on peut atteindre sur une demi-droite issue de l'origine, sans rencontrer de singularités de la fonction $f(z)$ (prolongée analytiquement le long de la demi-droite) : les points du plan qui sont exclus de l'étoile sont distribués sur des demi-droites L issues de points singuliers de $f(z)$ et menées en sens inverse de l'origine.

» D'après un beau théorème de M. Mittag-Leffler, *on peut former une série de polynomes* $\Sigma P_n(z)$, *où*

$$(2) \quad P_n(z) = \frac{z_n}{n!} z^n \frac{f^{(n)}(0)}{n!} c_n^{(n)} + \frac{z^{n-1}}{(n-1)!} f^{(n-1)}(0) c_{n-1}^{(n)} + \ldots + \frac{z f'(0)}{1} c_1^{(n)} + f(0) c_0^{(n)},$$

qui converge vers $f(z)$ *dans toute l'étoite* α.

» Appelons, avec M. Borel, *série* M une telle série. Les coefficients $c_j^{(n)}$ sont *numériques* [indépendants de $f(0)$, $f'(0)$, ...]; ils peuvent être choisis d'une infinité de manières. Sur les semi-droites exceptionnelles L,

la série diverge en général (mais peut parfois être convergente). Par exemple, si $f(z)$ est uniforme et méromorphe dans tout le plan, la représentation de M. Mittag-Leffler est en défaut, non seulement aux pôles mais sur toutes les demi-droites L (issues des pôles).

» M. H. von Koch a montré récemment que, moyennant un choix convenable des coefficients $c_j^{(n)}$, la série $\Sigma P_n(z)$ converge encore et représente $f(z)$ *sur toutes les demi-droites* L *qui ne renferment que des pôles*. En particulier, si $f(z)$ est méromorphe dans le plan, la série converge quel que soit z, sauf aux pôles.

» Pour comprendre combien ce résultat est remarquable, il suffit de songer que la série $\Sigma P_n(z)$ ne peut converger uniformément sur un contour fermé sans converger uniformément dans toute l'aire intérieure. Appliquée à une fonction méromorphe, le développement de M. von Koch converge uniformément dans toute aire fermée qui n'a pas de points communs avec les demi-droites D, ainsi que sur tout segment (dénué de pôles) d'une de ces droites : mais sur une circonférence décrite d'un des pôles comme centre, *la série converge sans converger uniformément*.

» M. von Koch déduit son théorème de certaines propriétés de l'exponentielle. Par une voie toute différente, j'étais parvenu au même résultat en même temps qu'à d'autres propositions qui entraînent, au sujet des développements de Mittag-Leffler, des conséquences que je crois neuves et intéressantes. Ces propositions, que je me bornerai ici à énoncer synthétiquement sous leur forme la plus brève, découlent presque immédiatement d'une généralisation que j'ai donnée du théorème de Mittag-Leffler (*Comptes rendus*, mai, juin 1899).

» 2. Introduisons avec M. Fredholm le polynome

$$(3)\quad Q_n(\lambda)=\lambda(\lambda+1)(\lambda+2)\ldots(\lambda+n-1)\equiv\lambda^n+E_{n-1}^{(n)}\lambda^{n-1}+\ldots+E_1^{(n)}\lambda;$$

remplaçons-y les λ^j par $j!\,r\mu(r\mu+s)^{j-1}$, puis les μ^m par $\frac{z^m f^m(0)}{m!}$, et soit $R_n(z, r, s)$ le polynome en z ainsi obtenu; posons enfin

$$(4)\quad K_n(z)=f(0)+\frac{h}{1}R_1(z,r,s)+\frac{h^2}{2!}R_2(z,r,s)+\ldots+\frac{h^n}{n!}R_n(z,r,s),$$

avec

$$(5)\qquad h=1-\frac{1}{\sqrt{n}},\qquad r=\frac{2}{\log n}\left(1-\frac{i}{\sqrt{\log n}}\right),\qquad s=\frac{2i}{\log n\sqrt{\log n}}.$$

» Le polynome $K_n(z)$, quand n croît indéfiniment, tend vers $f(z)$ à l'intérieur de l'étoile α. Si l'on veut encore, posons $\Pi_n \equiv K_n - K_{n-1}$, $\Pi_0 = K_0 = f(0)$; *les* Π_n *sont des polynomes de la forme* (1) *et la série*

$$(S) \qquad \Pi_0(z) + \Pi_1(z) + \ldots + \Pi_n(z) + \ldots$$

converge uniformément vers $f(z)$ *dans toute aire intérieure à l'étoile* α. Mais, de plus, elle converge sur toute droite L *qui ne renferme que des pôles.*

» Précisons les propriétés de cette série S. Soit $z_0 = \rho_0(\cos\theta_0 + i\sin\theta_0)$ un point d'une demi-droite L, et admettons qu'entre les deux demi-droites θ_0 et $\theta_0 + h\,(h > 0)$ il n'y ait pas, à l'intérieur du cercle $|z| \leqq \rho_0$, de singularités de $f(z)$; la fonction $f(z)$ est alors holomorphe dans le secteur de cercle ainsi défini D; si, au point z_0 du contour de D, elle est encore holomorphe et prend la valeur f_0, nous dirons que la valeur de $f(z)$ *à gauche de* L est holomorphe pour $z = z_0$ et égale à f_0; quand tous les points z_0 d'un segment de L satisfont aux conditions précédentes, nous dirons que ce segment est *régulier pour* $f(z)$ *à gauche de* L.

» Puisque z_0 est sur une demi-droite exceptionnelle L, la fonction $f(z)$, holomorphe dans le secteur D, présente au moins un point singulier, sur la droite θ_0, entre 0 et z_0. Représentons par δ la distance d'un point z à cette droite, et supposons que dans D on ait :

$$|f(z)| < e^{\frac{1}{\delta^k}} \qquad (k \text{ entier positif}) \quad (^1).$$

» Dans ces conditions, *la série* S *converge pour* $z = z_0$ *et représente* f_0; elle converge *uniformément* sur tout segment de L (entre 0 et z_0) régulier pour $f(z)$ à gauche de L. En particulier, si la demi-droite L ne renferme que des points singuliers *algébriques* de $f(z)$, *la série* S *converge tout le long de* L (*sauf peut-être aux points singuliers*) *et représente la valeur de* $f(z)$ *à gauche de* L.

---

(1) Il est loisible de remplacer l'inégalité précédente par une inégalité

$$|f(z)| < \varphi\left(\frac{1}{\delta}\right),$$

où φ est une fonction *donnée* qui croît avec $\frac{1}{\delta}$ aussi vite que l'on veut. Il faut alors, dans les égalités (5), remplacer $\sqrt{\log n}$ par une fonction de n qui croît plus lentement avec n.

» 3. Si, dans les égalités (5), on change le signe de i, tous les résultats précédents subsistent, à cela près qu'il faut introduire *la valeur de $f(z)$ à droite de* L au lieu de la valeur à gauche.

» D'après cela, représentons par S_1 la série déduite de S en changeant i en $-i$ dans les égalités (5), et par $2S_2$, $2iS_3$ les séries obtenues en ajoutant et en retranchant terme à terme les séries S et S_1. Pour plus de clarté, plaçons-nous dans le cas où la fonction $f(z)$ définie par (1) est *algébrique*, et (z_0 désignant un point d'une demi-droite L) appelons $f_g(z_0)$ et $f_d(z_0)$ les valeurs de $f(z)$, pour $z = z_0$, *à gauche et à droite de* L. Les séries S, S_1, S_2 sont des séries (M); *elles convergent dans tout le plan* [sauf aux infinis de $f(z)$]; elles convergent *uniformément* dans toute aire intérieure à l'étoile α, ainsi que *sur tout segment de demi-droite* L *dénué de points singuliers;* elles représentent $f(z)$ dans l'étoile α; sur les demi-droites L, les trois séries S, S_1, S_2 convergent respectivement vers

$$f_g(z), \quad f_d(z), \quad \frac{f_g + f_d}{2}.$$

Quant à la série S_3, ses termes ont encore la même forme que ceux d'une série (M); elle converge de la même manière que les précédentes, *mais elle est égale à zéro dans toute l'étoile α, et à $\frac{f_g - f_d}{2i}$ sur les demi-droites* L.

» 4. Appliquons ces généralités à la fonction $(1 - z)^{\frac{1}{2}}$. La série S_2 converge dans tout le plan : *elle représente* $(1 - z)^{\frac{1}{2}}$ *quel que soit z, sauf sur la demi-droite réelle* $(1, +\infty)$, OU ELLE EST NULLE. La série S_3 converge au contraire vers zéro dans tout le plan, sauf sur la même demi-droite où elle est égale à $\sqrt{x-1}$. Soit de même $f(z) = (1 - z)^{\frac{1}{3}}$; les séries S, S_1, S_2 convergent vers $(1 - z)^{\frac{1}{3}}$ dans tout le plan; sur la même demi-droite $(1, +\infty)$, elles ont respectivement pour valeur

$$-(x-1)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{1 + i\sqrt{3}}{2}\right), \quad -(x-1)^{\frac{1}{3}}, \quad -(x-1)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{1 - i\sqrt{3}}{2}\right);$$

quant à S_3, elle converge vers zéro, sauf sur la même demi-droite, où elle tend vers $-\frac{\sqrt{3}}{2}(x-1)^{\frac{1}{3}}$.

» Soit encore $f(z) = \sum \frac{1}{(p^2+q^2)^2}\left(1 - \frac{z^2}{a_{p,q}}\right)^{\frac{1}{2}}$, p, q désignant des entiers positifs quelconques et $a_{p,q}$ la quantité $\left(\cos\frac{p}{q} + i \sin\frac{p}{q}\right)$. Les branches de

$f(z)$ sont toutes holomorphes dans la circonférence Γ de rayon 1 et de centre O, et à l'extérieur de cette circonférence (qui est une coupure essentielle de toutes ces branches). La série S_2 converge dans tout le plan, représente $f(z)$ dans Γ, et coïncide à l'extérieur de Γ avec une infinité de fonctions analytiques distinctes; sur chaque demi-droite issue de l'origine et extérieure à Γ, S_2 représente une fonction holomorphe (le long de la demi-droite), mais cette fonction change quand la demi-droite pivote autour de l'origine, et les diverses fonctions ainsi représentées ne sont pas les branches d'une même fonction analytique. En particulier, S_2 coïncide sur certaines demi-droites avec une branche de chacune des fonctions obtenues en supprimant, dans $f(z)$, un quelconque des termes

$$\frac{1}{(p^2+q^2)^2}\left(1+\frac{z^2}{a_{p,q}}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

» 5. La plupart des auteurs qui ont écrit sur les séries (M) ont admis implicitement que, si elles convergent (en dehors de l'étoile) en des points z où $f(z)$ existe encore, elles représentent $f(z)$ (ou une de ses branches). M. Borel a même eu l'idée ingénieuse et hardie de se servir des séries (M) pour étendre les fonctions analytiques au delà de leurs lignes singulières, et il a formé des exemples où cette extension apparaît comme naturelle. Il est clair qu'une telle idée n'est admissible qu'à condition de ne jamais entrer en contradiction avec le prolongement analytique classique : or nous venons de former *des séries* (M) *qui convergent sur tout l'axe réel et représentent* $(1-x)^{\frac{1}{2}}$ *pour* $x<1$ *et zéro pour* $x>1$. Cela ne signifie point que l'idée de M. Borel doive être abandonnée, mais que, pour la poursuivre, il sera nécessaire d'imposer aux séries (M) certaines restrictions.

» 6. Les résultats énoncés dans cette Note s'étendent immédiatement aux fonctions de plusieurs variables, soit de trois variables z, u, v : d'après le principe général que j'ai énoncé (*Comptes rendus, loc. cit.*), il suffit de remplacer z, u, v par zt, ut, vt, de développer en série (M) la fonction de t ainsi obtenue et de faire $t=1$. En particulier, une fonction méromorphe de z, u, v est représentable par une série de polynomes [de l'espèce (M)], soit $\Sigma P_n(z, u, v)$, pour toute valeur de z, u, v (sauf aux pôles). »

PATHOLOGIE. — *Traitement local des localisations du rhumatisme,* par M. Ch. Bouchard.

« Dans le courant de ces deux dernières années, je me suis attaché à faire le traitement local des maladies locales ou même des maladies localisées, en injectant dans le lieu affecté d'un mal déterminé les médicaments qui, par l'ingestion ou par les autres modes d'administration des médications générales, ont été reconnus efficaces pour ce mal déterminé.

» J'étais encouragé dans cette voie par les résultats heureux obtenus par les oculistes quand ils injectent dans l'œil ou près de l'œil les médicaments qui, donnés par le tube digestif, ne seraient pas efficaces. Je m'y trouvais confirmé encore par les effets énergiques produits dans le traitement de certaines affections des centres nerveux quand on porte directement le médicament soit dans la cavité arachnoïdienne, soit même dans le tissu de l'encéphale.

» C'est du traitement local des manifestations locales du rhumatisme que je veux parler aujourd'hui, en me limitant à l'action d'un seul médicament : le salicylate de soude. J'ai utilisé la solution aqueuse de salicylate de soude, d'abord à 3 pour 100 parce que, à ce titre, elle a le même point de congélation que le sang humain ($-0^{\circ},56$) et, pour cette raison, est considérée comme ayant même tension osmotique. Mais je me suis assuré qu'on pouvait sans inconvénient employer des solutions plus concentrées. Je me suis arrêté à la solution à 5 pour 100, qui n'est encore ni douloureuse ni nuisible pour les tissus. Inutile de dire que toutes les précautions antiseptiques étaient prises.

» Je n'ai trouvé aucun avantage à injecter en un seul point des quantités inférieures à 1^{cm^3} ni supérieures à 2^{cm^3}, mais, quand l'étendue de la lésion me paraissait réclamer une quantité de médicament plus grande ou répandue sur un plus grand espace, je multipliais les piqûres et j'en ai pu faire deux, trois, quatre sur la même lésion, dans une même séance.

» Souvent la médication a été bornée à une seule séance; on en a fait deux ou plusieurs à des intervalles de 1, 2, 3 jours, par prudence, en vue d'empêcher une rechute, ou par nécessité, quand la lésion locale n'avait pas cédé totalement à la première piqûre.

» Le médicament a été introduit toujours et exclusivement dans le tissu cellulaire : en plein foyer morbide, si le tissu cellulaire était seul ou prin-

cipalement affecté, ou dans le plus proche voisinage de la partie lésée, séreuse articulaire ou tronc nerveux. Je n'ai fait les injections ni dans les cavités articulaires, ni dans l'épaisseur des nerfs.

» En cas de foyers morbides multiples, on a fait le traitement isolé et successif de chaque foyer, sauf dans le cas de lésions très nombreuses. On a pu alors appliquer simultanément le traitement à deux ou trois foyers. On a toujours limité le nombre des centimètres cubes injectés en une seule séance de manière que la totalité du salicylate introduit ne pût pas être considérée comme ayant exercé une action générale sensible.

» D'ailleurs, on s'est abstenu systématiquement d'administrer à l'intérieur le salicylate ou tout autre médicament de même ordre en même temps qu'on poursuivait la médication locale, sauf dans les cas de rhumatisme articulaire aigu en période envahissante. On n'a pas renoncé, dans ces cas, à tout traitement local, mais on l'a réservé d'ordinaire pour celles des articulations qui étaient le plus douloureuses.

» En dehors du rhumatisme articulaire aigu, où le traitement local n'a trouvé son emploi que d'une façon accessoire, on a appliqué la méthode aux arthrites persistantes, reliquat d'un rhumatisme aigu, au rhumatisme subaigu ou chronique primitif, au rhumatisme partiel subaigu ou chronique, aux névrites rhumatismales et même à celle du zona. A titre d'essai l'on a employé la méthode dans certains cas de rhumatisme blennorrhagique. Je donne, à titre d'exemples, un court résumé de quelques observations.

» I. *Rhumatisme partiel subaigu tendant à la chronicité.* — C'est ma première observation. Homme de 35 ans. Arthrite du genou droit depuis plus de 2 mois. Est traité dans l'hôpital depuis 6 semaines par le salicylate de soude, l'antipyrine, le sulfate de quinine, l'iodure de potassium. Localement, on a eu recours au salicylate de méthyle, à la teinture d'iode, aux pointes de feu, à la compression. Pendant les 6 semaines employées à ces divers traitements, le malade a dû garder le lit en raison de la douleur. Le genou est tuméfié, la rotule est soulevée, les mouvements sont très limités. J'injecte au voisinage du cul-de-sac supérieur et antérieur de la synoviale $0^{cm^3},5$ de solution de salicylate de soude à 3 pour 100. Le lendemain, aucune modification, aucun effet de l'injection ; je fais alors deux piqûres de 2^{cm^3} de la même solution en dehors et en dedans de la jointure. Le soir, à sa contre-visite, l'interne ne trouve pas le malade, qui, ne souffrant plus, s'est levé et est descendu au jardin. Le lendemain je ne constate ni douleur, ni tuméfaction, ni épanchement ; les mouvements sont libres. Le malade, à ma prière, est resté encore plus de 15 jours à l'hôpital sans récidive.

» II. *Rhumatisme polyarticulaire apyrétique.* — Femme de 36 ans. Depuis 3 mois, douleur du genou droit ; depuis 2 mois, douleur et gonflement du genou gauche et du pied gauche. A l'entrée, les deux genoux sont tuméfiés, avec choc rotulien et

mouvements rendus impossibles par la douleur, surtout à droite; le pied gauche, également immobilisé par la douleur, est rouge et très tuméfié. Rien aux autres articulations ni au cœur. Pas de fièvre. Je donne à l'intérieur, chaque jour, 5g de salicylate de soude. Au bout de 4 jours, le seul changement est une aggravation de la douleur, malgré les applications de salicylate de méthyle qu'on a ajoutées au traitement interne. Après 2 jours d'interruption de la médication générale, on supprime aussi les applications de salicylate de méthyle et l'on injecte 1^{cm^3} de solution de salicylate de soude à 5 pour 100 dans chaque genou.

» Le lendemain, la douleur est nulle à gauche; elle est seulement atténuée à droite. On injecte de nouveau 1^{cm^3} dans le genou droit et autant dans le pied gauche. En quelques heures toute tuméfaction disparaît dans ces deux jointures; les mouvements du pied gauche sont libres. Les mouvements spontanés du genou droit se font avec une assez grande amplitude, mais quand on cherche à les compléter, soit en flexion, soit en extension, on réveille la douleur.

» On ne pratique plus désormais d'injections que dans le genou droit, à des intervalles de 2 ou 3 jours; la douleur s'éteint et les mouvements se rétablissent complètement. Le genou et le pied gauches restent normaux.

» III. *Rhumatisme polyarticulaire aigu fébrile récidivant.* — Femme de 48 ans. A eu quatre attaques de rhumatisme aigu, la première à 18 ans, la quatrième à 44 ans. Cette femme est admise à l'hôpital pour une cinquième attaque qui cède en 5 jours au salicylate de soude administré à la dose de 5g par jour.

» 9 jours après, les douleurs articulaires reviennent avec une fièvre qui donne une température de 39° au rectum. Les poignets, les hanches et les genoux sont surtout douloureux. On reprend le même traitement, qui, en 8 jours, fait tomber la fièvre et disparaître les fluxions articulaires. On continue sans interruption à administrer le salicylate de soude à l'intérieur. Cependant, 22 jours après la seconde guérison apparente, nouvelle rechute : gonflement, rougeur, douleur vive à la face dorsale du pied gauche. On y injecte 1^{cm^3} de solution de salicylate de soude à 5 pour 100. L'amélioration est immédiate. Dans l'espace de 1 heure, le gonflement, la rougeur et la douleur ont disparu.

» De nouvelles fluxions se produisent à la face dorsale des mains, au cou, au genou, toutes poursuivies, à mesure qu'elles se produisent, par le traitement local.

» Le dix-neuvième jour de cette rechute, un torticolis très douloureux et une douleur vive de l'épaule droite se produisent encore et sont réprimés immédiatement par les injections. Ce sont les dernières manifestations.

» Bien que le traitement général se soit montré impuissant à empêcher le retour des fluxions articulaires, il a été maintenu. Peut-être a-t-il épargné les séreuses. Le traitement local s'est montré partout immédiatement efficace, aucun foyer guéri par l'injection n'a récidivé.

» IV. *Rhumatisme polyarticulaire aigu.* — Homme de 55 ans. A eu un rhumatisme articulaire aigu à l'âge de 16 ans. Il entre à l'hôpital avec un sentiment général d'accablement, des douleurs vagues dans les membres, des œdèmes disséminés. C'est un artério-scléreux; il y a un bruit de galop, la tension artérielle est élevée (23); l'urine donne un nuage d'albumine. Il s'améliore sous l'influence du repos au lit et du régime lacté.

» 9 jours après son entrée à l'hôpital, il est pris brusquement à la main gauche d'une très vive douleur que le moindre contact exaspère, le poignet est immobilisé, le dos de la main est tuméfié et d'un rouge vif.

» Le lendemain, l'état ne s'étant pas modifié, on injecte à la face dorsale de la main 2^{cm^3} d'une solution de salicylate de soude à 5 pour 100. Pas de traitement interne. Pendant une demi-heure après l'injection, cuisson assez vive, puis la douleur s'amende; 24 heures après l'injection, l'amélioration est très nette, mais il reste un peu de douleur à la pression. On pratique une seconde injection; le jour suivant, disparition de tous les phénomènes inflammatoires.

» 2 jours plus tard, douleur au genou gauche, plaque tuméfiée, d'un rouge très vif, en avant de la rotule. On y pousse une injection de 2^{cm^3}. 1 heure après, la douleur, la tuméfaction, la rougeur ont disparu. Rien de nouveau ne s'est produit depuis.

» V. *Sciatique double.* — Homme de 29 ans. A eu, il y a 8 ans, les fièvres de Madagascar. Depuis 10 jours il souffre de douleurs dans le membre inférieur droit et depuis quelques jours dans le membre gauche. Ces douleurs ont les caractères et assez exactement les foyers des douleurs sciatiques.

» Dès l'entrée on fait un siphonage au chlorure de méthyle sur la partie postérieure de la cuisse droite. La douleur, momentanément calmée, reprend le soir même. On administre alors successivement 2^g d'antipyrine, puis 3^g de salicylate de soude, puis 2^g de salipyrine, chaque médicament pendant une période de 3 jours, chacun sans le moindre résultat. On revient pendant 3 jours au salicylate de soude, cette fois à 5^g par jour.

» Après l'insuccès de la réfrigération, après 15 jours consacrés sans profit aux divers traitements généraux, je fais injecter 1^{cm^3} de solution de salicylate de soude à 5 pour 100, à la partie externe de chaque genou. Le malade a pendant une demi-heure, une sensation de chaleur au niveau des piqûres; au bout de 1 heure toute douleur des genoux a disparu. Il a encore des douleurs vives aux pieds et à la face postérieure des cuisses.

» 48 heures après les premières injections, on en fait deux autres à la partie postérieure des cuisses; elles sont suivies aussitôt de disparition des douleurs. Mêmes effets de soulagement immédiat pour des injections pratiquées les jours suivants aux lombes et à la face dorsale des pieds.

» Après 15 jours de traitemement général absolument inefficace, 15 jours de traitement local ont amené la guérison. Ce traitement local a consisté en neuf injections de 1^{cm^3} chacune, soit, en tout, 45^{cg} distribués dans les divers foyers, une moyenne de 3^{cg} de salicylate de soude par jour, alors que 5^g donnés par la bouche se montraient impuissants.

» VI. *Névralgie intercostale suite de zona.* — Femme de 58 ans, diabétique, obèse, légèrement albuminurique. A eu, il y a 6 semaines, un zona intercostal gauche très violent.

» La douleur du nerf sous-jacent à l'éruption persiste très pénible; elle est constante, avec exacerbations surtout nocturnes.

» Je fais faire une première injection de 2^{cm^3} de solution de salicylate de soude à 5 pour 100, près de la colonne, à proximité de l'émergence du nerf malade.

» La malade dort la moitié de la nuit, ce qu'elle n'avait pas fait depuis 5 semaines; elle ne sent plus que quelques douleurs au voisinage du sternum.

» Le lendemain, nouvelle injection de 2^{cm^3} à la partie antérieure, à la suite de laquelle il n'y a plus que des douleurs insignifiantes.

» On pratique une troisième injection sur la partie moyenne du nerf. Toute douleur cesse définitivement.

» Je me borne à la courte relation de ces six cas. J'en pourrais joindre beaucoup d'autres recueillis par moi ou par mes collègues Le Noir et Claude et par mon interne Balthazard, toutes démontrant, tantôt la guérison complète et durable des manifestations locales du rhumatisme, tantôt le soulagement immédiat des douleurs, la maladie résistant quoique indolente, puis reprenant son caractère douloureux de 3 à 14 jours après la cessation des injections. Dans le rhumatisme blennorrhagique, on a eu la sédation de la douleur, mais la maladie n'a pas été entravée.

» Dans la majorité des cas, un foyer morbide est arrêté et comme détruit par une seule injection et les foyers successifs peuvent être successivement annihilés. C'est la guérison si le rhumatisme n'est pas en période envahissante. Mais, s'il s'agit d'un rhumatisme en phase de généralisation, le traitement local n'améliore pas l'état général, n'empêche pas la production de nouvelles déterminations sur les jointures, sur les séreuses, peut-être sur les viscères. Les localisations sont réfrénées, la maladie continue à marcher. C'est le traitement général seul qui pourra empêcher la multiplication des foyers ou la récédive de la maladie. Mais, quand on pratique le traitement général, l'efficacité locale du traitement local reste encore évidente. En effet, si l'on poursuit par les injections, sur un seul côté du corps, toutes les fluxions qui s'y produisent, sans toucher à l'autre côté, la maladie évolue avec ses symptômes généraux et avec les fluxions qui persistent ou se multiplient sur le côté du corps qui n'est pas traité localement. On se trouve alors en présence d'une sorte de rhumatisme à forme hémiplégique.

» Qu'un médicament à action générale soit introduit par une voie ou par une autre, qu'il soit déposé sous la peau loin ou près d'un foyer morbide, il peut influencer également le travail qui s'y accomplit.

» Mais le propre de cette méthode c'est de limiter le médicament à la partie qui le réclame et de ne pas le répandre dans le reste de l'organisme, où il n'a que faire et où il pourrait être nuisible. Il me semble que 2^{cm^3} de la solution à 5 pour 100, soit 10^{cg} de salicylate de soude, introduits par une seule piqûre n'exercent guère une action efficace et très rapide que dans un rayon de 3^{cm}. Plus tard la diffusion portera le médicament plus loin.

Je me représente le théâtre de l'action thérapeutique dans la première demi-heure comme une demi-sphère de 6^{cm} de diamètre représentant à peu près 50^g de tissu vivant.

» Le médicament s'y trouve dans la proportion de 2 pour 1000, ce qui est énorme, malgré l'exiguïté de la dose. Pour qu'il fût apporté au tissu malade dans cette même proportion par les procédés d'introduction des médications générales, il faudrait introduire par la bouche, chez un homme de 70^{kg}, en une seule fois, 140^g de salicylate de soude, pluseurs fois la dose mortelle. Encore, malgré l'énormité de la dose, le tissu malade, vu la lenteur de l'absorption gastrique et la rapidité de l'élimination rénale, ne recevrait-il pas autant du médicament que quand on y dépose directement 10^{cg} de la substance.

» Je résume en deux mots les avantages de la méthode que je propose : *Verser le médicament dans le point seulement où il est utile, à la dose où il est utile, épargner le reste de l'économie.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Filhol*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Bouvier	obtient	39	suffrages
M. Houssay	»	8	»
M. Henneguy	»	4	»
M. R. Blanchard	»	1	»

M. **Bouvier**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la fête du 14 Juillet, la séance de lundi prochain sera remise au mardi 15.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XXXII (2e série) des « Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences » est en distribution au Secrétariat.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « The norwegian north polar Expedition, 1893-1896. Scientific results. Volume III ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un groupe nouveau, d'ordre fini, linéaire à quatre variables.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. C. Jordan.

« Conservons les définitions et notations employées dans mes Communications précédentes, dont la plus récente est du 17 mars 1902. La méthode générale exposée dans ces Notes m'a permis de construire effectivement un groupe G, quaternaire, régulier, d'ordre fini, indécomposable.

» Voici quel est ce groupe G, que je crois nouveau.

» G est isomorphe au groupe alterné Γ entre cinq lettres, dérivé des trois permutations

$$\mathfrak{A}=(01234),\qquad \mathfrak{B}=(0)(14)(23),\qquad \mathfrak{C}=(0)(12)(34).$$

» Il y a hémiédrie. A la substitution unité de Γ correspondent dans G les deux substitutions singulières

$$|x_j \quad \pm x_j| \qquad (j=1, 2, 3, 4).$$

» G provient des trois substitutions A, B et C, qui correspondent respectivement à $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$:

$$A=\begin{vmatrix} x_1 & \theta x_1 \\ x_2 & \theta^4 x_2 \\ x_3 & \theta^2 x_3 \\ x_4 & \theta^3 x_4 \end{vmatrix},\qquad \theta=e^{\frac{2\pi i}{5}},\quad i^2+1=0,\qquad B=\begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ x_2 & -x_1 \\ x_3 & -x_4 \\ x_4 & x_3 \end{vmatrix},$$

$$C=iU.$$

$$\begin{pmatrix} g & p & \alpha & \beta \\ p & -g & -\beta & \alpha \\ \alpha & -\beta & h & -q \\ \beta & \alpha & -q & -h \end{pmatrix}=U,$$

où l'on a

$$\varepsilon_1, \quad \varepsilon_2 = \pm 1,$$

$$\alpha = \varepsilon_1 \frac{v\sqrt{3}}{5}, \qquad -g = \frac{v+w}{5}, \qquad -p = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \frac{v-w}{5},$$

$$\beta = \varepsilon_2 \frac{w\sqrt{3}}{5}, \qquad h = \frac{v-w}{5}, \qquad -q = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \frac{v+w}{5},$$

$$v = \theta - \theta^4, \qquad iw = \theta^2 - \theta^3,$$

U est réelle, symétrique, orthogonale.

» On a les relations

$$A^5 = 1, \qquad B^2 = C^2 = -1, \qquad BC = CB, \qquad AB = BA^4,$$

$$CAC = -A^4CA^4, \qquad CA^2C = -\varepsilon_1\varepsilon_2 A^2BCA^2,$$

$$CA^4C = \quad ACA, \qquad CA^3C = \quad \varepsilon_1\varepsilon_2 A^3BCA^3,$$

au moyen desquelles on vérifie que l'expression générale des substitutions dérivées de A, B et C est

$$\pm B^\delta A^\rho C^\tau A^\sigma,$$

δ ou $\tau = 0$ ou 1; ρ et $\sigma \equiv 0, 1, \ldots, 4 \pmod 5$, G a donc bien 120 substitutions, Γ en contenant 60.

» Il y a plusieurs manières de construire le groupe G, car, outre le double signe de ε_1 et ε_2, il y a plusieurs façons de disposer, dans la canonique A, les racines cinquièmes primitives de l'unité. »

PHYSIQUE. — *Sur l'électrolyse de l'azotate d'argent.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

» I. On dit généralement qu'un bain d'azotate d'argent, primitivement neutre par exemple, devient de plus en plus acide à mesure qu'on en poursuit l'électrolyse, avec anode soluble, bien entendu. MM. Rodger et Watson trouvent, au contraire, que l'acidité du bain diminue par l'usage. La contradiction n'est qu'apparente : le résultat dépend des conditions.

» 1. Lorsqu'on opère avec *anode de platine*, en solution suffisamment concentrée, on voit se former sur l'anode des cristaux bruns, octaédriques ou aiguillés, suivant les circonstances. Ce corps a été pris autrefois pour du peroxyde d'argent; M. Berthelot lui attribue la formule $4Ag^2O^3$, $2AgAzO^3$, H^2O. Il se produit en même temps

de l'acide azotique libre. Mais, lorsque l'acide a atteint une certaine concentration, il réagit sur ce composé avec dégagement d'oxygène.

» Mettons fin à l'expérience et abandonnons le voltamètre à lui-même : le produit brun finit par disparaître, et le résultat final est le même que s'il y avait eu simplement réaction secondaire de AzO^3 sur l'eau. Mais il faut bien noter que les choses ne se passent pas aussi simplement en réalité; car on n'aperçoit aucun dégagement gazeux au début de l'électrolyse.

» 2. L'acide produit de cette manière, ou préexistant dans le bain, est électrolysé en même temps que l'azotate. L'hydrogène qui se porte à la cathode ne se dégage pas. Il résulte de mes expériences qu'il ne se diffuse pas non plus dans le liquide, et qu'il n'est pas absorbé d'une manière appréciable par le dépôt cathodique, contrairement à ce que j'ai constaté sur l'or dans d'autres conditions. Il est complètement absorbé par les réactions secondaires suivantes :

$$2\,AgAzO^3 + 10\,H = AzH^4AzO^3 + 3\,H^2O + Ag^2,$$
$$2\,H\,AzO^3 + 8\,H = AzH^4AzO^3 + 3\,H^2O.$$

» 3. *Anode soluble.* — Si la densité du courant au voisinage de l'anode est suffisamment faible ($\leqq 0{,}002$ C.G.S. par exemple, en bain de concentration normale), il ne semble point se produire à l'anode autre chose que la réaction classique ($Ag + AzO^3 = AgAzO^3$).

» Mais, si la densité augmente, les réactions envisagées plus haut se produisent avec une intensité croissante. Il en résulte une acidification du bain d'autant plus rapide que celui-ci est plus étendu et la température plus élevée. On constate en même temps que le bain s'appauvrit en azotate.

» 4. A la cathode, l'acide se détruit comme plus haut, de sorte qu'il s'établit un état d'équilibre dans lequel l'*acidité du bain prend une certaine valeur limite* que l'on rend aisément très faible.

» Si le bain était primitivement neutre, il devient légèrement acide, à moins que la densité anodique ne soit suffisamment faible. L'introduction d'oxyde d'argent dans le bain retarde évidemment l'apparition de l'acide.

» Si le bain est primitivement acide, et si son acidité est supérieure à ladite limite, elle diminue, comme dans les expériences de MM. Rodger et Watson.

» Je donnerai quelques détails dans un Mémoire plus étendu.

» II. On dit couramment qu'il y a *corrosion du dépôt cathodique* par le bain d'azotate d'argent, comme cela semble bien établi en ce qui concerne le cuivre, surtout en bain acide et en présence de l'air.

» Ainsi, MM. Schuster et Crossley trouvent un dépôt d'argent un peu plus lourd en opérant dans le vide et un peu moins lourd, au contraire, lorsqu'ils opèrent en présence de l'oxygène. Le premier point a été confirmé par M. Myers, qui estime à $\frac{1}{1000}$ le déficit d'argent dans un voltamètre non privé d'air; mais ses observations en présence de l'oxygène sont en contradiction avec les précédentes.

» Les masses d'argent pesées par les divers savants qui ont traité ces questions sont trop faibles, et c'est à cela qu'il faut attribuer les résultats

contradictoires que j'ai eu l'occasion d'enregistrer (¹). Voici une expérience bien simple qui suffit à prouver que *cette prétendue corrosion n'existe pas*.

» Après avoir pesé, avec les précautions convenables, l'argent déposé sur la capsule formant la cathode, séché dans le vide, à la température ordinaire, je remets dans cette capsule le bain, neutre ou légèrement acide, où s'est formé ce dépôt, et je l'y laisse séjourner jusqu'à 19 heures; puis je décante, je lave et je sèche comme précédemment. Le résultat de ces opérations a été négatif: la masse du dépôt, voisine de 30^g, n'a point varié d'une manière appréciable.

» III. *Polarisation du voltamètre à azotate d'argent.* — A cette occasion, j'appellerai l'attention sur le procédé imaginé par M. Gore pour corriger ses résultats de la corrosion cathodique dans l'électrolyse du cyanure double d'argent et de potassium, ou du sulfate de cuivre. L'auteur détermine la perte de masse d'une lame de même métal que le dépôt, isolée dans le bain pendant que le courant passe.

» Or, d'une part, si la lame est épaisse et le courant suffisant, celui-ci la traverse, et, comme le gain du côté cathode n'égale jamais la perte du côté anode, on ne mesure pas ainsi la corrosion.

» D'autre part, si l'on remplace la lame par un fil fin, et si le courant est suffisamment faible, on ne constate plus aucune altération, quelle que soit la durée de l'expérience. Cette observation m'a conduit à penser que la force contre-électromotrice d'un voltamètre à azotate d'argent, que l'on suppose généralement très faible ou même nulle, n'est pas, en réalité, négligeable. Il résulte d'expériences qui seront décrites ailleurs que *cette force électromotrice est voisine de* 0,03 *volt* (²). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'action de la self-induction dans la partie ultra-violette des spectres d'étincelles.* Note de M. **Eugène Néculcéa**, présentée par M. G. Lippmann.

« Nous avons étudié, dans notre précédente Communication (*Comptes rendus*, 30 juin 1902), le caractère des raies du plomb et du zinc dans la région ultra-violette comprise entre $\lambda = 2700$ et $\lambda = 2000$. Nous demandons la permission de nous occuper aujourd'hui des caractères des raies du spectre de l'étain.

(¹) *Rapport sur l'équivalent électrochimique de l'argent*, présenté au Congrès international de Physique, réuni à Paris en 1900.

(²) Voir, à ce sujet, G. di Ciommo, *Nuovo Cimento*, 4ᵉ série, t. XII, p. 258.

Étain.

» (Cliché n° 144). Le spectre de l'étain dans cette région ultra-violette est caractérisé par des raies assez fortes comme intensité et en général nébuleuses. Les groupes les plus caractéristiques sont le triplet {2657,9; 2643,2; 2631,5}, qui est très intense, ensuite le doublet {2429,3; 2421,8} et la raie 2355,0; toutes ces raies possèdent presque la même intensité et rien ne pourrait faire soupçonner leur différence de caractère qui est accusée avec la plus grande netteté par la self-induction : la moindre self-induction fait, en effet, disparaître complètement le triplet {2657,9; 2643,2; 2631,5} pendant que le doublet {2429,3; 2421,8} et la raie commencent par diminuer graduellement d'intensité, *présentent un minimum* et augmentent ensuite d'intensité. Ce sont là des raies qui, bien que leur intensité et leur aspect paraissent identiques, possèdent des caractères essentiellement différents.

» Voici d'ailleurs les raies les plus caractéristiques de ce métal avec la description des changements qu'elles éprouvent de la part d'une self-induction graduellement croissante. Nous donnerons les longueurs d'onde d'après Hartley et Adeney. Les constantes *électriques* de l'étincelle étudiée sont les suivantes : coupure dans le secondaire de 2^{mm}; capacité du condensateur $= 0,00413$ microfarad. Selfs variant de $0^{H},000602$ à $0^{H},04191$.

La raie 2664,9	nébuleuse, assez intense; disparaît avec une self de $0^{H},000602$ (1).
2660,2	fine et intense, diminue graduellement avec self croissante, présente *min.* pour $0^{H},02543$.
2657,9 / 2645,4 / 2643,2 / 2631,5	le triplet (très intense) ainsi que la raie 2643,2 (nébuleuse) disparaissent complètement avec $0^{H},000602$.
2617,9	assez intense, disparaît complètement avec $0^{H},000602$.
2593,6	fine et intense, présente *min.* pour $0^{H},02543$.
2591,7	faible et nébuleuse, disparaît complètement avec $0^{H},000602$.
2670,5	fine, légèrement nébuleuse et intense, présente *min.* pour $0^{H},02543$.
2545,6	fine, intense, présente *min.* pour $0^{H},01385$.
2530,8	fine, très faible, disparaît avec $0^{H},000602$.
2495,0	fine, *min.* pour $0^{H},01385$.
2488,0	nébuleuse très large, disparaît complètement avec $0^{H},000602$.
2482,9	fine, *min.* pour $0^{H},01385$.
2455,5 / 2449,4 / 2445,2 / 2436,4 / 2433,3	suite de raies fines, ou nébuleuses, qui disparaît complètement avec $0^{H},000602$.

La raie 2429,3 ; 2429,8	nébuleuses, mais nettes et intenses, présentent *min.* pour 0^H,02543 et deviennent très fines et nettes.
2408,0	nébuleuse, mais nette, disparaît avec 0^H,00689.
2393,7	très faible, disparaît avec 0^H,000602.
2382,3	faible, disparaît avec 0^H,000602.
2381,1	fine, mais faible, diminue brusquement d'intensité, mais ne disparaît complètement qu'avec 0^H,02543.
2368,3	beaucoup plus forte que la précédente, mais disparaît plus vite (0^H,00689).
2355,0	nébuleuse, mais très intense, présente *deux min.:* pour 0^H,000602 et pour 0^H,02543.
2335,3	nébuleuse, mais plus nette que la précédente; présente *trois min.* avec 0^H,000602, 0^H,00689 et 0^H,02543.
2317,9	nébuleuse, mais *moins* nette que la précédente; *deux min.:* pour 0^H,000602 et 0^H,01385.
2288,1	fine; *min.* pour 0^H,000602.
2270,0	nébuleuse et intense; *deux min.* pour 0^H,000602 et pour 0^H,02543.
2268,6	nébuleuse et faible; disparaît avec 0^H,000602.
2267,1	très fine; disparaît avec 0^H,000602.
2247,0	nébuleuse, mais intense; *deux min.:* pour 0^H,000602 et 0^H,01385.
2229,6 ; 2221,5 ; 2210,1 ; 2199,2 ; 2195,0 ; 2119,3 ; 2113,6	disparaissent toutes avec 0^H,000602.

» En résumé, avec une self-induction de l'ordre de 0^H,04191, le spectre d'étincelle de l'étain ne possède dans la région $\lambda = 2700$ à $\lambda = 2000$ que les raies suivantes *qui sont toutes fines et nettes:* 2660,2; 2593,6; 2570,5; 2545,6; 2495,0; 2482,9; 2429,3; 2421,8; 2355,0; 2335,3; 2317,9; 2288,1; 2270,0; 2247,0.

» Ajoutons enfin que les longueurs d'onde que nous donnons ici ne sont pas mesurées directement, mais seulement *identifiées* avec celles de Hartley et Adeney. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles recherches sur les courants ouverts.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. H. Poincaré.

« M. Pender [1] a fait, à mes expériences sur la convection électrique, l'objection suivante : les disques dont je me servais étaient, dans la plu-

(1) *Phil. Mag.*, août 1901, p. 179.

part des cas, recouverts de couches diélectriques destinées à éviter les étincelles; M. Pender pense que ces couches devaient entraîner des charges égales et de sens contraire à celles communiquées aux disques tournants.

» Pour répondre à cette objection, j'ai entrepris de nouvelles expériences dans lesquelles j'ai cherché à réaliser les conditions théoriques d'une expérience de convection correcte, c'est-à-dire certitude expérimentale :

» 1° Qu'on entraîne une charge avec son support pondérable;

» 2° Que seule cette charge peut agir sur les appareils destinés à déceler les effets magnétiques dus à son mouvement;

» 3° Qu'aucune perte appréciable de charge ne se produit pendant ce mouvement.

» Un disque circulaire d'ébonite, de 6^{mm} d'épaisseur, 24^{cm} de diamètre, porte, fixés sur sa périphérie, 18 secteurs en micanite de 1^{mm} d'épaisseur, séparés les uns des autres par 2^{cm} d'air et parfaitement isolés sur l'ébonite. Le tout forme une sorte de roue à ailettes planes, d'un diamètre total égal à 50^{cm} et qui tourne dans un plan horizontal.

» Les secteurs de micanite sont dorés, sur leurs deux faces, sur une largeur de 5^{cm} à partir de la périphérie.

» En un point de leur circonférence, ces secteurs viennent passer entre deux secteurs métalliques fixes, reliés à une source électrique; en même temps, ils touchent un balai A, relié au sol, et se chargent par influence.

» Ils quittent ensuite les secteurs fixes et tournent à l'air libre. Après trois quarts de tour, ils rencontrent un balai B, relié au sol, sur lequel ils se déchargent. Un galvanomètre interposé entre A ou B et le sol permet de mesurer les charges prises et abandonnées par les secteurs.

» Les secteurs mobiles chargés viennent défiler à 8^{mm} en dessous d'un système astatique très sensible protégé par un tube de verre recouvert de papier d'étain relié au sol.

» A 8^{mm} en dessous et parallèlement au plan des secteurs, on a placé une nappe conductrice témoin dans laquelle on peut envoyer les charges appelées en A ou récoltées en B, ce qui permet de comparer l'action de la même quantité d'électricité agissant par convection et par conduction.

» Pour qu'on puisse renverser le sens de la rotation du disque en faisant toujours passer sous le système astatique des secteurs chargés, le balai B peut être fixé dans deux positions différentes, symétriques par rapport au diamètre passant par A.

» On peut ainsi faire dans les deux sens des courants ouverts. Si l'on supprime le balai B, on réalise la rotation continue d'une charge permanente, ou forme Rowland-Maxwell.

» Cette méthode a l'inconvénient de ne permettre de réaliser que des

débits relativement petits, par rapport à ceux que l'on *calcule* dans le cas de disques tournant entre des armatures fixes reliées au sol.

» Les débits maximum *mesurés* ont été de $\frac{1}{20000}$ de coulomb par seconde, qui auraient dû produire, dans la position la plus favorable, une force magnétique de l'ordre de 5×10^{-6} C.G.S.

» Le système astatique est formé de deux groupes composés chacun de sept aimants cylindriques de 16^{mm} de long fixés à $0^m,10$ l'un de l'autre, sur une lame de mica doré.

Moment magnétique M de chaque groupe............	20 C.G.S.
Période d'oscillation dans l'air t_1....................	$0^s,8$
Période d'oscillation du système complet dans l'air t_2..	10^s
Rapport $\frac{K}{M}$ (K moment d'inertie) de chaque groupe...	0,0015
Coefficient de réduction $\frac{t_1^2}{t_2^2}$.......................	0,0064

On voit que le couple maximum agissant sur le système aurait été de 10^{-4} environ.

» Grâce au concours de M. Jean Javal, j'ai pu faire de nombreuses séries d'expériences. On ne peut opérer qu'après que la circulation des voitures a cessé, c'est-à-dire de 1^h à 5^h du matin.

» On observait simultanément le galvanomètre de mesure des débits et le système astatique.

» Les résultats sont les suivants :

» Le système astatique reçoit, *en général,* au moment de la charge ou de la décharge des secteurs mobiles, des impulsions qui sont *le plus souvent* dans le sens prévu pour l'effet magnétique de la convection.

» *Souvent* aussi ces impulsions sont suivies de déviations permanentes dans le sens prévu.

» Très nettes au début d'une série, les déviations et impulsions vont toujours en diminuant et finissent par s'annuler, sans que les débits mesurés présentent des variations correspondantes.

» Il n'existe aucun rapport entre la grandeur des déviations du système astatique et celle des débits mesurés.

» Le maximum de déviation permanente obtenu a été de 6^{mm}; la moyenne générale est un peu inférieure à 2^{mm}.

» En envoyant, dans un sens convenable, le débit des balais dans la nappe témoin, on soumet le système astatique à la résultante des actions en sens inverse du disque et de la nappe. Les effets du disque étant indépendants des débits, on obtient alors des déviations dans le sens du disque si le débit est faible, en sens inverse s'il est fort.

» Les valeurs de v calculées d'après les déviations obtenues peuvent, par suite, être nulles, négatives ou infinies; dans certains cas, elles concordent même avec la valeur théorique.

» Les effets obtenus sont les mêmes, que l'on supprime ou non le balai B.

» Leur grandeur ne varie pas tant que le système astatique est au-dessus de la dorure chargée, quelle que soit sa position relativement à l'axe de rotation. Ils s'annulent dès que le fond de l'écran électrique qui protège le système n'est plus au-dessus de la dorure.

» Si l'on change le sens de rotation du disque sans déplacer le balai B, les secteurs mobiles ne sont plus chargés en passant sous le système astatique ; cependant les déviations conservent quelquefois leur grandeur, mais leur sens est changé.

» Pour toutes ces raisons, les déviations observées ne paraissent pas dues à l'effet magnétique de la convection électrique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature du cohéreur.* Note de **M. J. Fényi.**

« En faisant des expériences sur la construction du cohéreur, j'ai été conduit à des résultats qui me paraissent intéressants, aussi bien pour les applications que pour la théorie.

» Si l'on dispose parallèlement quatre cohéreurs formés d'aiguilles d'acier, de manière que le courant passe simultanément par les quatre points de contact, le système fonctionne tout à fait comme une seule paire d'aiguilles. Il ne fonctionne plus avec précision, si le potentiel de la pile dépasse environ $0^{\text{volt}},25$; avec le potentiel de 1 volt, il cesse tout à fait. Au contraire, si l'on réunit les quatre cohéreurs en série, on peut les insérer dans le circuit d'un élément de Meidinger, sans qu'il soit nécessaire d'affaiblir le potentiel par un circuit secondaire. En disposant six cohéreurs en série, on peut les insérer dans le circuit d'un élément Leclanché, dont le potentiel est de $1^{\text{volt}},5$. En prenant même deux ou trois éléments Leclanché en série, on peut insérer un tel cohéreur en batterie dans leur circuit, si l'on augmente le nombre des cohéreurs simples à raison de trois ou quatre pour 1 volt de potentiel du circuit.

» Ces résultats s'expliquent par une propriété curieuse du cohéreur à aiguilles, d'affaiblir le potentiel à chaque point de contact, d'environ $0^{\text{volt}},25$, et cela indépendamment de la grandeur de la tension absolue, au moins dans certaines limites. On comprend, en effet, que le cohéreur simple, quoique pratiquement isolateur, laisse passer un courant qui n'est pas tout à fait nul ; ce courant, presque infiniment petit, suffit pour établir une distribution du potentiel dans le circuit, d'après les résistances. Ensuite, à chaque point de contact s'établit un quantième, selon leur nombre. Cette possibilité de transmettre un courant d'une tension notable ne s'explique pas par un accroissement de résistance par suite de la présence du cohéreur simple, qui représente de 2 à 16 ohms. Car on a beau

affaiblir le courant d'une pile Leclanché unique, en insérant une résistance de 2000 ohms, le très faible courant passe néanmoins par un cohéreur simple, et ne se rompt pas par des chocs.

» La propriété d'un cohéreur à un seul point de contact peut expliquer, en quelque sorte, le fonctionnement du cohéreur usuel à limailles, ou à débris de charbon. Les petits morceaux de métal se placent à la suite l'un de l'autre, en une sorte de série : ce sont eux qui affaiblissent progressivement la tension électrique, selon leur nombre, et l'on peut, en effet, insérer le cohéreur à limailles dans le circuit d'un élément Leclanché. D'autres particules forment des contacts parallèles et ne fonctionnent qu'en diminuant la résistance.

» Mais ce qui constitue une différence importante entre le cohéreur en batterie et le cohéreur à limailles, c'est que le premier permet un réglage rationnel. Tout est alors mesurable : on connaît le nombre des contacts, on peut essuyer les aiguilles, varier et mesurer la pression entre $0^{g},2$ et 6^{g}. Au contraire, les conditions du cohéreur à limailles sont tout à fait inconnues, et variables selon les hasards du choc. On ne sait pas combien de particules se succèdent, combien se sont rangées parallèlement. En outre, les morceaux, très irréguliers, se touchent par des points plus ou moins aigus, exercent des pressions très diverses par unité de surface, et ces pressions peuvent surpasser les limites admissibles. On s'explique ainsi comment les cohéreurs à limailles se montrent fort capricieux, tandis que les cohéreurs à aiguilles fonctionnent d'une manière infaillible.

» Il n'est aucune des conditions du cohéreur à limailles qu'on ne puisse réaliser avec des cohéreurs à pointes, en les disposant convenablement. Une combinaison semblable a d'ailleurs été proposée par M. Bosse. Ainsi s'explique aussi la pratique prescrite, de prendre des limailles lourdes et de les cribler pour leur donner une égale grosseur. On ne voit pas d'abord pourquoi des morceaux égaux conviendraient mieux que des morceaux inégaux, qui semblent même plus sensibles à l'ébranlement. L'efficacité du criblage des limailles lourdes est due à ce que les points trop fins deviennent obtus.

» Dans la pratique de la télégraphie sans fil, on dit aussi qu'on ne doit insérer le cohéreur que dans le circuit d'un seul élément Leclanché, et que le courant ne doit pas dépasser un millième d'ampère. Mon installation ne me permet pas de faire des expériences de télégraphie sans fil à grandes distances; mais les expériences faites dans le laboratoire, avec mon cohéreur en batterie, m'ont montré qu'on peut l'insérer dans le circuit de trois éléments Leclanché en série, sans autre résistance, et que le

cohéreur fonctionne alors régulièrement, quoique le courant soit de l'ordre d'un dixième d'ampère.

» J'ai profité de cette propriété des cohéreurs à aiguilles, de fonctionner avec un courant d'une intensité notable, pour disposer des appareils d'une simplicité surprenante.

» Si l'on place un cohéreur à 6 points sur un appareil à sonnerie convenable, et si on les insère tous deux en série dans le circuit d'un élément Leclanché, on constate qu'une petite étincelle électrique excite le cohéreur; la sonnerie retentit, ébranle le cohéreur et se tait ensuite immédiatement.

» Si l'on insère un récepteur de Morse parallèlement avec la sonnerie, on obtient un appareil qui peut servir à démontrer, dans le laboratoire, le principe de la télégraphie sans fil.

» En réunissant le cohéreur, des deux côtés, avec la terre et avec un conducteur isolé très long, on obtient un appareil qui signale les tempêtes lointaines. Si l'on insère, en outre, dans cet appareil, parallèlement avec la sonnerie, un électro-aimant enregistreur sur un mouvement d'horlogerie, on obtient un appareil enregistreur des décharges électriques dans l'atmosphère, pour les études météorologiques.

» Les expériences que j'ai faites sur la sensibilité de ces appareils m'ont montré qu'elle est essentiellement déterminée, par la longueur du conducteur isolé, qui remplace l'antenne. Un petit appareil avec un conducteur de 360^m donnait simultanément dix fois plus d'indications qu'un autre dont le conducteur était de 26^m. »

PHYSIQUE. — *Action dissociante des diverses régions du spectre sur la matière.* Note de M. **Gustave Le Bon** [1].

« Dès le début de mes recherches sur le mode d'énergie auquel j'ai donné le nom de *lumière noire*, j'ai énoncé il y a 5 ans [2] que les effluves qu'émettent les corps frappés par la lumière étaient de même nature que les rayons uraniques généralement considérés aujourd'hui comme identiques aux rayons cathodiques et constitués par des éléments d'atomes dissociés porteurs de charges électriques.

» Étendant le cercle de ces recherches, j'ai montré plus tard [3] que les mêmes effluves se manifestaient dans un grand nombre de réactions chimiques, et j'ai pu conclure que cette production d'effluves sous des influences

---

(1) Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 9 juin dernier.

(2) *Comptes rendus*, mai 1897, p. 895.

(3) *Comptes rendus*, avril 1900, p. 894, et *Revue scientifique*, 1900, p. 452.

fort diverses constituait un des phénomènes les plus répandus dans la nature.

» Depuis cette époque, divers auteurs, Lénard notamment, sont arrivés également à cette conclusion que les métaux frappés par la lumière engendrent des rayons cathodiques déviables par l'aimant.

» J'ai repris récemment mes anciennes expériences et essayé de déterminer l'énergie de dissociation produite sur les corps par les diverses régions du spectre et mesurer l'activité des substances soumises à leur action.

» Les corps soumis à l'expérience sont disposés en lames inclinées de 45° à une certaine distance au-dessus du plateau d'un électroscope et sans aucune relation avec lui. Lorsque ces lames sont frappées par la lumière, elles émettent des effluves qui déchargent l'électroscope, à la condition qu'il ait reçu une charge positive. Dans l'expérience ainsi disposée, on voit qu'un corps *non électrisé* [1] émet, sous l'action de la lumière, des effluves capables de décharger un corps électrisé. C'est ce que j'avais établi il y a 5 ans.

» Les sources lumineuses employées ont été : le Soleil, pour les radiations dont le spectre s'étend jusqu'à $0^{\mu},295$, et, pour les radiations allant jusqu'à $0^{\mu},185$, les étincelles d'un condensateur éclatant entre des électrodes d'aluminium placées dans une boîte fermée par une lame de quartz recouverte d'une toile métallique reliée à la terre afin de se mettre à l'abri de toute influence électrique.

» Pour rendre les expériences comparatives, les corps sur lesquels devait agir la lumière étaient tous taillés en lames carrées, de $0^{m},10$ de côté, placées à 20^{cm} au-dessus de l'électroscope, dont le bouton est remplacé par un plateau ayant même surface. Ce plateau était naturellement disposé de façon que les rayons émis par la source lumineuse ne pussent tomber à sa surface.

» Pour séparer les diverses régions du spectre et déterminer l'action de chacune d'elles, on interposait, entre la lumière et les corps frappés par elle, divers écrans : cuve de sulfate de quinine, verre épais, verre de $0^{mm},1$, mica de $0^{mm},001$, quartz, sel gemme, etc., dont on avait d'abord déterminé la transparence pour les diverses radiations du spectre, par des photographies faites au spectroscope.

---

(1) Dans les expériences de déperdition électrique à la lumière ultra-violette, les corps sont, comme on le sait, en relation avec l'électroscope et chargés négativement.

» En opérant comme il vient d'être dit, c'est-à-dire en interposant divers écrans entre les rayons lumineux et le corps sur lequel ils doivent agir, on constate, d'après la rapidité de décharge de l'électroscope, la quantité d'effluves émis par chaque corps suivant les régions du spectre auxquelles il est soumis. On trouve ainsi que les divers corps ont une sensibilité très différente pour les diverses radiations.

» Voici du reste les résultats obtenus :

» 1° *Corps sensibles aux radiations comprises dans le spectre solaire, c'est-à-dire ne dépassant pas* $0^{\mu},295$. La plupart des corps sont sensibles, mais dans des proportions extrêmement différentes. La sensibilité peut varier, en effet, entre 20° de décharge de l'électroscope en 5 secondes jusqu'à 1° seulement en 2 minutes, soit environ 500 fois moins pour les derniers.

» En représentant par 1000 l'action des corps les plus sensibles, on obtient, d'après le temps nécessaire pour décharger du même nombre de degrés un électroscope chargé positivement et dont les feuilles d'or ont été portées au même potentiel, les chiffres suivants :

» *L'étain amalgamé, le cuivre amalgamé, le zinc amalgamé donnent des décharges représentées par* 1000. *L'aluminium, le magnésium, le zinc, le plomb amalgamé, le mercure contenant* $\frac{1}{6000}$ *de son poids d'étain, des décharges comprises entre* 1000 *et* 40. *L'or, le cobalt, le mercure pur, l'étain, le carton, le bois, les sulfures phosphorescents, etc., une décharge représentée par* 1.

» Pour les corps à faible décharge, c'est-à-dire ceux mentionnés à partir de l'or, on n'observe généralement d'effet que quand les rayons solaires contiennent la région du spectre allant de M à U, région qui disparaît souvent, même quand le temps est très clair, comme je l'ai constaté par de nombreuses photographies faites au spectroscope.

» Si l'on recherche comment se répartit l'énergie des diverses régions du spectre solaire sur les corps très sensibles, comme l'étain amalgamé ou l'aluminium, on trouve, en représentant par 100 l'énergie totale :

Énergie des radiations allant jusqu'à	$\lambda = 0^{\mu},400$	6 pour 100
Énergie des radiations allant de	$\lambda = 0^{\mu},400$ à $\lambda = 360$	9 pour 100
Énergie des radiations allant de	$\lambda = 0^{\mu},360$ à $\lambda = 295$	85 pour 100

» On peut, par divers artifices, sensibiliser certains corps pour des régions où ils sont insensibles. Le mercure et l'étain, par exemple, sont des corps fort peu sensibles. Il suffit cependant d'ajouter au premier $\frac{1}{6000}$ de son poids du second pour le rendre très sensible pour la région de l'ultra-

violet comprise entre $\lambda = 0^{\mu},360$ et $\lambda = 0^{\mu},295$. Le mercure ainsi préparé est un réactif excellent pour étudier les variations de l'ultra-violet suivant l'heure, le jour et les saisons. Si la quantité d'étain ajoutée s'élève à 1 pour 100, le mercure devient sensible pour tout le reste du spectre.

» L'heure, la saison, la nature du nettoyage, font varier sensiblement la rapidité de la décharge. Le détail de nos expériences, leur technique et les propriétés des effluves qui se dégagent seront exposés prochainement dans un Mémoire publié par la *Revue scientifique*.

» 2° *Corps ne devenant très sensibles qu'aux radiations dont la longueur d'onde est inférieure à* $0^{\mu},295$: Cadmium, étain, argent, plomb, etc.

» 3° *Corps ne devenant très sensibles qu'aux radiations dont la longueur d'onde est inférieure à* $\lambda = 0^{\mu},252$: Or, platine, cuivre, fer, nickel, substances organisées, composés chimiques divers (sulfate et phosphate de soude, chlorure d'ammonium, etc.). Après les métaux, les corps les plus actifs sont le noir de fumée et le papier noir. Les moins actifs sont les corps organisés vivants, feuilles et plantes notamment.

» Tous les effluves qui se dégagent sous l'action de la lumière dans les conditions qui viennent d'être exposées présentent les plus étroites analogies avec les émissions décrites sous le nom de *radio-activité de la matière*. Leur production semble donc bien, comme j'ai été seul à le soutenir pendant longtemps, *un cas particulier d'une loi très générale* (1). La loi générale serait que, sous des influences fort diverses, les atomes de la matière peuvent subir une dissociation profonde et donner naissance à des effluves possédant des propriétés fort différentes de celles des corps d'où ils émanent. »

PHYSIQUE. — *La lumière noire et les phénomènes actino-électriques.* Note de M. **Gustave Le Bon**.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 25 juin 1902, M. Nodon annonce que, « lorsque des radiations lumineuses sont projetées sur une » lame mince, elles donnent naissance, sur la face non éclairée de cette » lame, à des radiations analogues aux rayons X et aux rayons du radium ». Ces radiations, ajoute-t-il plus loin, « possèdent la propriété de *traverser* » *avec facilité les métaux en lame mince.... Elles déchargent les corps élec-* » *trisés* », etc.

(1) *Comptes rendus*, mai 1897, p. 895.

» Il me suffira de reproduire quelques passages des Notes insérées il y a 5 ans dans les *Comptes rendus*, pour montrer que ces résultats sont absolument identiques à ceux que j'ai fait connaître à propos de la lumière noire.

« Les radiations obscures engendrées par la lumière tombant à la surface des corps
» *déchargent l'électroscope. Elles traversent les écrans électriques*.... Ces radiations
» se rapprochent, par quelques-unes de leurs propriétés, des rayons X, mais elles en
» diffèrent par plusieurs points fondamentaux.... S'il est vrai, comme je tente de le
» démontrer depuis longtemps, que toutes les fois que les corps sont frappés par la
» lumière ils engendrent une forme particulière d'énergie, il s'ensuit que ce mode
» d'énergie, si peu connu encore, se trouve être pourtant un des plus répandus dans
» la nature. » (*Comptes rendus*, mars 1897, p. 755.)

» M. Nodon a donné aux radiations qu'il croit avoir découvertes le nom de rayons *radio-actiniques*. Elles sont identiques, comme on le voit, à celles que j'ai désignées sous le nom de *lumière noire*. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'hydratation de l'oxyde de zinc.* Note de M. DE FORCRAND.

« Pendant longtemps on a enseigné, d'après Thomsen ([1]), que la chaleur d'hydratation de l'oxyde de zinc était négative,

$$\text{ZnO sol.} + \text{H}^2\text{O liq.} = \text{Zn(OH)}^2 \text{ sol.} - 2^{\text{Cal}},75 \ (^2).$$

» M. Massol ([3]) a repris, il y a quelques années, cette détermination. En dissolvant séparément dans un même acide (malonique) un oxyde précipité desséché à 100° [supposé $Zn(OH)^2$] et un oxyde précipité desséché à 250° (supposé anhydre), il a trouvé

$$\text{ZnO sol.} + \text{H}^2\text{O liq.} = \text{Zn(OH)}^2 \text{ sol.} + 4^{\text{Cal}},32.$$

La différence avec le résultat de Thomsen est de $7^{\text{Cal}},07$. J'ai cherché à

([1]) *Therm. Untersuchungen*, t. III, p. 274.

([2]) En réalité, ce nombre devrait être ramené à $-1^{\text{Cal}},97$, d'une part, parce que la chaleur de formation de l'eau est $+69^{\text{Cal}}$ et non pas $+68^{\text{Cal}},36$, et, de l'autre, parce que la moyenne des déterminations (connues avant les expériences de Thomsen) de la chaleur d'oxydation du zinc est $+85^{\text{Cal}},29$ et non pas $+85^{\text{Cal}},43$, comme il l'admet. Néanmoins, même avec cette correction, la chaleur resterait négative.

([3]) *Bulletin de la Soc. chim.*, t. XV, 1896, p. 1104.

élucider cette question en préparant des échantillons d'hydrates d'oxyde de zinc par trois procédés différents.

» I. *Hydrate cristallisé.* — C'est Runge qui l'a signalé le premier, et J. Nicklés l'a étudié plus tard, en 1853 ([1]). C'est le seul procédé qui donne le véritable hydrate $Zn(OH)^2$.

» Cet hydrate cristallisé se dissout dans l'acide sulfurique étendu, en dégageant $+23^{Cal},05$. Et, comme l'oxyde anhydre qu'il donne lorsqu'on le chauffe à 125° dégage $+25^{Cal},24$ ([2]), on a

$$ZnO \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} = Zn(OH)^2 \text{ cristallisé} \ldots\ldots \quad +2^{Cal},19$$

soit, à partir du H^2O solide : $-0^{Cal},76$ ([3]).

» II. *Hydrate amorphe préparé par voie humide.* — On l'obtient par la méthode bien connue : action de la potasse sur un sel de zinc dissous. Après lavage, le précipité est étalé sur des plaques poreuses, sous cloche, en présence d'anhydride phosphorique. L'analyse permet de suivre chaque jour les progrès de la dessiccation.

» A partir de $4,5H^2O$ environ, la masse, d'abord pâteuse, peut être pulvérisée. Un échantillon, dont la composition était $ZnO + 4,63H^2O$, a donné $+17^{Cal},92$ par dissolution dans l'acide sulfurique étendu. Peu à peu on arrive, à froid, à deux limites de déshydratation différentes :

» Si l'on opère sur de petites quantités, la limite correspond à $ZnO + 1,66H^2O$, et elle est atteinte en quelques jours.

» Si la masse est plus considérable et par suite l'épaisseur de la couche plus grande, la limite conduit à $ZnO + 1,31H^2O$, et il faut près d'un mois pour l'atteindre, mais on n'obtient jamais l'hydrate normal $Zn(OH)^2$.

» La chaleur de dissolution de $ZnO + 1,66H^2O$ est $+18^{Cal},48$.

» Ce même corps, chauffé à 160°, dans un courant d'air sec, et jusqu'à poids constant, contient encore $ZnO + 1,28H^2O$, et, dans cet état, sa chaleur de dissolution est $+18^{Cal},61$.

» L'échantillon $ZnO + 1,31H^2O$, chauffé de la même manière, à 160°, a donné un hydrate $ZnO + 1,09H^2O$ dont la chaleur de dissolution est $+18^{Cal},83$.

» Il s'agit évidemment ici d'hydrates d'oxydes condensés, et de plus en plus condensés, tels que :

$$Zn^3O^3.5H^2O, \qquad Zn^3O^3.4H^2O, \qquad Zn^4O^4.5H^2O \quad ([4]),$$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXII, 1853, p. 31.

([2]) *Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 1248 et 1544.

([3]) Ce qui correspond bien à 125° pour la température T' de dissociation, car on a : $0,76 \times 33 = 25°,08$.

([4]) J'ai précisément obtenu des formules et des limites analogues avec les hydrates du peroxyde de zinc (*Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 601). Et, dans son étude des sulfures précipités, Souchay a signalé les composés suivants :

$$Zn^3S^3.H^2O, \qquad Zn^4S^4.2H^2O, \qquad Zn^4S^4.H^2O.$$

et si leur chaleur de dissolution dans l'acide sulfurique étendu est sensiblement la même, c'est que la déshydratation progressive est accompagnée d'une polymérisation exothermique.

» Les hydrates précédents, chauffés à 250°, deviennent $ZnO + 0,39 H^2O$ (peut-être $Zn^5O^5 + 2 H^2O$) qui résiste ensuite même à une température de 400°, maintenue pendant plusieurs heures. La chaleur de dissolution de ce corps est $23^{Cal},23$.

» Bien plus, ce dernier hydrate ne perd que la moitié de l'eau qu'il contient lorsqu'on le maintient pendant une heure au rouge dans un courant d'air. Ce n'est qu'au rouge vif qu'il devient de l'oxyde anhydre ZnO, lequel dégage $+ 23^{Cal},91$ en se dissolvant dans l'acide sulfurique.

» L'affinité pour l'eau de ces oxydes condensés (acides métazimiques) est tout à fait extraordinaire.

» Évidemment, chacun des nombres précédents retranchés de $+ 23^{Cal},91$ exprimera la chaleur dégagée par la fixation d'une certaine quantité d'eau sur ZnO calciné. Ainsi : $+ 23,91 - 18,83 = 5,8$ pour $1,09 H^2O$, soit $+ 4,66$ pour H^2O; de la même manière : $+ 23,23 - 18,61 = 4,62$ pour le passage du $ZnO + 0,39 H^2O$ à $ZnO + 1,28 H^2O$, soit $+ 5,19$ pour H^2O. Et ces nombres sont en effet assez voisins de celui qu'a obtenu M. Massol ($+ 4,32$) en se plaçant précisément dans ces mêmes conditions. Mais on conçoit qu'il est impossible de leur attribuer une signification précise, à cause du changement de polymérisation.

» III. *Hydratation de l'oxyde calciné.* — L'oxyde anhydre, dont la chaleur de dissolution est $+ 23,91$, exposé à l'air humide, absorbe de l'eau, d'abord assez vite jusqu'à $0,20 H^2O$, puis de plus en plus lentement. On retrouve alors, par cette opération inverse, les hydrates condensés précédents. Ainsi, j'ai obtenu un corps $ZnO + 0,82 H^2O$ dont la chaleur de dissolution est $+ 20^{Cal},15$. On pourra dire encore que $23,91 - 20,15 = + 3,76$ pour $0,82 H^2O$, soit $+ 4^{Cal},58$ pour H^2O, en calculant proportionnellement, ce qui est encore un nombre bien voisin de celui de M. Massol, mais sans qu'on puisse davantage s'attacher à sa valeur absolue, et pour les mêmes raisons que plus haut.

» *Conclusions.* — L'oxyde anhydre, préparé à 125°, qui est vraisemblablement le moins condensé, se transforme en hydrate cristallisé normal $Zn(OH)^2$ en dégageant $+ 2^{Cal},19$ à partir de H^2O liq. C'est le seul résultat qui me paraisse avoir une signification précise. Il s'éloigne à la fois de celui de Thomsen et de celui de M. Massol.

» L'oxyde anhydre condensé, préparé au rouge vif, donne un certain nombre d'hydrates de condensation différente. La valeur moyenne qui correspond à 1^{mol} d'eau fixée serait comprise entre $4^{Cal},5$ et 5^{Cal}.

» Les plus hydratés parmi ces derniers hydrates perdent de l'eau progressivement lorsqu'on les chauffe, en s'éthérifiant et en donnant des acides métazinciques de plus en plus stables et de plus en plus polymérisés.

» La condensation de $n Zn(OH)^2$ et sa transformation en $(ZnO, H^2O)^n$ dégage environ $n \times 3^{Cal},80$.

» La chaux, et probablement beaucoup d'autres oxydes métalliques, donnent lieu à des phénomènes analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés oxydantes d'un pyranol.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. A. Haller.

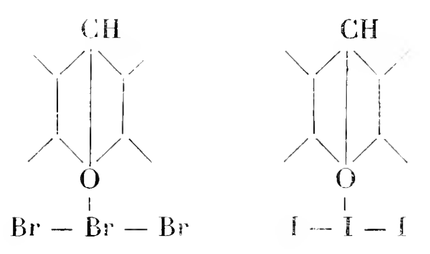
« Dans des publications précédentes, nous avons établi que les hypochlorites et bromites du pyranoxonium possédaient la propriété d'oxyder l'alcool en aldéhyde et de se transformer en dérivé pyranique avec formation d'hydracide.

» M. Haller et moi avons attribué à ces corps la formule générale suivante, dans laquelle X est un halogène (Cl ou Br) :

CH

O — X

» Nous avons également montré que ces corps peuvent fixer encore 2^{at} d'halogène pour donner des dérivés trihalogénés auxquels nous attribuons les formules suivantes :



» Nous nous étions proposé de préparer l'hypoiodite de dinaphtopyranoxonium. Par analogie avec l'une des préparations données par nous pour les hypochlorite et bromite, nous avons fait réagir l'acide iodhydrique sur le dinaphtopyranol, pensant réaliser la réaction suivante :

$$C^{10}H^6 \begin{matrix} \diagup CH\,OH \diagdown \\ \diagdown \quad O \quad \diagup \end{matrix} C^{10}H^6 + HI = C^{10}H^6 \begin{matrix} \diagup CH \diagdown \\ \diagdown O - I \diagup \end{matrix} C^{10}H^6 + H^2O.$$

» Nous avons été très surpris d'obtenir, non pas l'hypoiodite désiré, mais le triiodure d'oxonium.

» Pour la formation de ce triiodure, il fallait admettre que, même vers 50°, l'acide iodhydrique peut perdre rapidement de l'hydrogène, ainsi que le montre l'équation

$$(1)\quad C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CHOH\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + 3HI = C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CH\\ |\\ O\\ |\\ I^3\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + H^2O + H^2.$$

» Or il ne se forme pas la moindre bulle gazeuse. En étudiant de plus près la réaction, nous avons découvert la formation d'un produit de réduction : le dinaphtopyrane. Les deux atomes d'hydrogène disponibles se portent sur une molécule de pyranol, qui se transforme en pyrane d'après

$$(2)\quad C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CHOH\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + H^2 = C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + H^2O,$$

de sorte que l'action de HI intéresse deux molécules de pyranol, dont l'une se iode et l'autre se réduit, d'après l'équation (3), somme de (1) et (2),

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned}&2C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CHOH\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + 3HI\\ &\quad = C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CH\\ |\\ O\\ |\\ I^3\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + 2H^2O.\end{aligned}\right.$$

» On voit que le dinaphtopyranol se conduit comme un oxydant vis-à-vis de HI; nous démontrons, par un autre exemple très curieux, les propriétés oxydantes de ce corps.

» *Action du dinaphtopyranol sur le diphénopyranol.* — On chauffe, au reflux, à l'ébullition, une solution acétique équimoléculaire de ces deux corps. La solution, d'abord rouge foncé, se décolore peu à peu. Par refroidissement, on obtient des aiguilles de dinaphtopyrane, caractérisé par sa forme cristalline, son point de fusion et celui de son picrate. Par précipitation de la solution acétique, on obtient de la diphénopyrone ou xanthone.

» On voit donc que le dinaphtopyranol s'est réduit en dinaphtopyrane, en oxydant le diphénopyranol en diphénopyrone. La curieuse réaction de ces deux pyranols se formule d'après :

$$\begin{aligned}&C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CHOH\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHOH\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6\\ &\quad = H^2O + C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^6 + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4.\end{aligned}$$

» En résumé, de même que les sels de pyranoxonium possèdent des propriétés oxydantes, ainsi que nous l'avons montré, de même le dinaphtopyranol jouit d'un certain pouvoir oxydant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation du nitrométhane avec les aldéhydes aromatiques.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons indiqué, dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1145), que le nitrostyrolène, réduit par l'amalgame d'aluminium ou par le zinc et l'acide acétique, est transformé en l'oxime de l'aldéhyde phénylacétique. Après avoir montré que cette réaction est également applicable aux dérivés nitrés gras non saturés (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1226), nous avons cherché à généraliser cette curieuse transformation, mais nous nous sommes heurtés à la difficulté de préparer les homologues supérieurs du nitrostyrolène.

» L'action du chlorure de zinc sur le mélange de nitrométhane et d'aldéhyde benzoïque, qui donne aisément le nitrostyrolène, fournit surtout des produits de décomposition goudronneux quand on remplace l'aldéhyde benzoïque par une autre aldéhyde aromatique (B. Priebs, *Lieb. Ann.*, t. CCXXV, p. 350; C. Posner, *D. chem. G.*, t. XXXI, p. 656).

» M. J. Thiele (*D. chem. G.*, t. XXXII, p. 1293) a réussi à obtenir des nitrostyrolènes substitués en opérant cette condensation au moyen de potasse alcoolique. Nous avons répété ses expériences; mais, n'étant pas satisfaits des rendements obtenus, nous avons substitué, dans sa méthode, le méthylate de sodium à la potasse alcoolique.

» On dissout dans l'alcool méthylique absolu le mélange équimoléculaire d'aldéhyde aromatique et de nitrométhane et l'on place la solution dans un mélange réfrigérant; on y ajoute ensuite en plusieurs fois une molécule de méthylate de sodium dissous dans l'alcool méthylique. Il se précipite avec un rendement presque intégral un composé blanc cristallin qui est essoré et lavé à l'alcool absolu. Ce produit, que nous avons isolé et analysé, est un produit d'addition de l'aldéhyde et du nitrométhane sodé formé suivant l'équation

$$\mathrm{R\,CHO + CH^2 = Az{\scriptstyle\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown O\,Na\end{matrix}} = R\,CH\,(OH) - CH = Az{\scriptstyle\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown O\,Na\end{matrix}}}.$$

» Ces sels sont très solubles dans l'eau, qui ne les dissocie pas; les acides les décom-

posent en mettant en liberté l'alcool nitré correspondant

$$R.CHOH - CH = Az\begin{matrix}/\!/O\\ \backslash ONa\end{matrix} + HX = R.CHOH - CH^2 - AzO^2 + NaX.$$

» Au moment de sa formation, et en proportion variable suivant les cas particuliers, cet alcool nitré se déshydrate en fournissant le nitrostyrolène cherché :

$$R\,CH\,OH - CH^2 - Az\,O^2 = H^2O + R.CH = CH - Az\,O^2.$$

» Pour obtenir immédiatement une déshydratation intégrale, nous traitons le sel de sodium par une solution bouillante de chlorure de zinc anhydre dans l'acide acétique cristallisable. Après 3 ou 4 heures d'ébullition, le liquide est refroidi et versé dans l'eau ; le nitrostyrolène se précipite cristallisé avec de très bons rendements.

» Nous avons appliqué cette méthode aux condensations du nitrométhane avec les aldéhydes anisique, pipéronylique, ortho-nitrobenzoïque et avec le furfurol, et nous avons réduit dans les conditions indiquées les nitrostyrolènes ainsi obtenus.

» Le *paraméthoxy-ω-nitrostyrolène* (ou anisylidène-nitrométhane)

$$CH^3O - C^6H^4 - CH = CH - Az\,O^2$$

forme de magnifiques aiguilles jaunes, d'odeur faible assez agréable, fondant à 87°. Sa réduction par le zinc et l'acide acétique donne la *p.-méthoxy-phénylacétaldoxime* $CH^3O.C^6H^4 - CH^2 - CH = AzOH$, qui constitue des feuillets incolores fondant à 112°. Nous n'avons pu jusqu'ici en régénérer l'aldéhyde correspondante. Le *pipéronylidène-nitrométhane* $CH^2O^2.C^6H^3 - CH = CH - AzO^2$ cristallise en aiguilles jaunes fondant à 159°; la réduction le transforme en l'*oxime de l'aldéhyde homopipéronylique* $CH^2O^2.C^6H^3 - CH^2 - CH = AzOH$. Feuillets incolores fondant à 120°. Le *furfurylidène nitrométhane* cristallise dans l'alcool en magnifiques cristaux jaunes fondant à 74° et bouillant à 135° sous 20^{mm}; ils possèdent une odeur de cannelle et provoquent sur la peau une sensation de brûlure. Sa réduction fournit avec de mauvais rendements l'*oxime* de l'*homofurfurol* $C^4H^3O - CH^2 - CH = AzOH$ en longues aiguilles incolores fondant à 61°-62° et distillant à 120°-130° sous 25^{mm}. Ce corps s'altère spontanément même en tube scellé et à l'obscurité.

» L'alcool nitré $AzO^2 - C^6H^4 - CH(OH) - CH^2.AzO^2$ obtenu en partant de l'aldéhyde *o*.-nitrobenzoïque est beaucoup plus stable que les autres composés du même genre dont nous venons de parler; son sel de sodium est jaune, le chlorure de zinc ne le déshydrate pas; on y arrive cependant en le distillant dans le vide : il se décompose alors en eau et ortho-ω-dinitrostyrolène qui bout vers 200° sous 20^{mm} et cristallise aussitôt. L'alcool l'abandonne sous forme de belles aiguilles jaunes fondant à 106°-107°. Ce corps a déjà été obtenu en petite quantité par Priebs dans la nitration de l'ω-nitrostyrolène et par Posner dans l'action condensante du chlorure de zinc sur le mélange de nitrométhane et d'aldéhyde orthonitro-benzoïque. La réduction dans

diverses conditions de ce dinitrostyrolène et de l'alcool correspondant n'a fourni que des produits goudronneux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action des sels diazoïques sur la desmotroposantonine et l'acide desmotroposantoneux.* Note de MM. **E. Wedekind** et **Oscar Schmidt**, présentée par M. A. Haller.

« Il y a quelques années, l'un de nous ([1]) a indiqué que l'acide santonique se combine avec les sels diazoïques en solution alcaline en donnant naissance à des substances d'une couleur rouge jaunâtre, contenant 4^at d'azote. Il a supposé qu'il s'agissait de corps diazoïques, dont la constitution n'est pas encore éclaircie, parce que ces combinaisons sont assez instables et difficiles à purifier.

» A cause de ces difficultés, nous nous sommes proposé d'étudier l'action des sels diazoïques sur un autre isomère de la santonine : la desmotroposantonine, qui a été découverte par Andreocci ([2]). Ce savant explique de la façon suivante la transposition par l'acide chlorhydrique de la santonine en desmotroposantonine :

```
                              CH³                                         CH³
                              |                                           |
                     CH²      C                                  CH²      C
         O — HC    /    \   C/ | \CH²                 O — HC   /    \   C/  \\CH
CO<                |      ||   |  |         →   CO<            |      ||      |
         CH — HC   \    / C\   | /CO                 CH — HC   \    / C\    //C — OH.
         |           CH²      C                      |           CH²      C
         CH³                  |                      CH³                  |
                              CH³                                         CH³
              Santonine.                                   Desmotroposantonine.
```

» Évidemment, la desmotroposantonine est la forme énolique de la santonine. La desmotroposantonine ne se combine pas avec l'hydroxylamine, tandis que la santonine donne facilement une oxime. Nous avons réussi à combiner la desmotroposantonine avec les sels diazoïques et nous avons obtenu des corps bien cristallisés et très stables. Au contraire, la santonine, qui ne contient pas un noyau benzénique, ne se combine pas avec les diazoïques, ce qui confirme la formule établie par le savant italien.

([1]) E. Wedekind, *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XXXI, p. 1680.
([2]) *Gazetta chimica italiana*, t. XXIII, 2e série, p. 469.

» Il est curieux de constater que cette réaction se fait facilement avec un rendement à peu près théorique, tandis que le *p.*-diméthylnaphtol β, dont la constitution ressemble beaucoup à celle de la desmotroposantonine, dont on le retire, ne se combine pas avec les diazoïques ([1]). Or, le diméthylnaphtol suit la règle ([2]) d'après laquelle les naphtols β ne donnent de combinaison avec les sels diazoïques que dans la position α voisine. Puisque cette dernière est occupée par le groupe méthyle, le diméthylnaphtol β ne donne pas de corps azoïques. D'autre part, la facilité avec laquelle la desmotroposantonine donne des corps azoïques ne peut être expliquée que par l'existence d'un seul noyau benzénique. L'autre étant hydrogéné, la desmotroposantonine se comporte comme un dérivé du phénol et non du naphtol. Aussi le produit de la réduction de la desmotroposantonine, l'acide desmotroposantoneux, qui ne possède plus de chaîne lactonique, se combine avec les sels diazoïques et donne des combinaisons beaucoup plus solubles dans les alcalis caustiques. A cause de la stabilité de ces corps azoïques, il n'est pas possible que la combinaison avec les diazoïques se fasse dans la chaîne grasse.

» Pour ces raisons, nous attribuons les formules suivantes aux corps mentionnés :

```
                         CH³
                          |
                CH²       C
             O — HC ⁄ ＼ C ⁄ ⫽ ＼ C — Az = Az — Ar
      CO ⟨              ‖
             CH — HC ＼ ⁄ C ＼ ⫽ ⁄ C.OH,
              |
             CH   CH²     C
                          |
                         CH³

                                   CH³
                                    |
                          CH²       C
                   H²C ⁄ ＼ C ⁄ ⫽ ＼ CH Az = Az — Ar
                                ‖
      HOOC — HC — HC ＼ ⁄ C ＼ ⫽ ⁄ COH.
              |
             CH³          CH²       C
                                    |
                                   CH³
```

» La préparation de ces matières colorantes s'effectue toujours de la même façon. Nous choisissons pour exemple la préparation de l'anilinazodesmotroposantonine.

» 37^{g} de desmotroposantonine sont dissous dans un excès de soude; on refroidit avec de la glace, on y ajoute une solution diazoïque préparée avec 14^{g} d'aniline, 11^{g} de nitrite de sodium et environ 3^{g} d'acide chlorhydrique concentré. La solution rouge est acidifiée après 15 minutes; le précipité qui se forme est encore lavé, séché et cristallisé dans le benzène.

» De la même façon, nous avons obtenu les combinaisons azoïques de la *p.*-toluidine, de l'orthonitraniline, de la *p.*-nitraniline, de l'acide *p.*-aminobenzoïque, de l'acide sulfanilique et de la tolidine. Ce sont tous des

---

([1]) E. Wedekind, *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XXXI, p. 1675.

([2]) R. Nietzki, *Chemie der organischen Farbstoffe*, 2. Aufl., p. 47.

corps bien cristallisés, de couleur jaune ou rouge et qui fondent au-dessus de 260°.

» Avec l'acide desmotroposantoneux, nous avons préparé les combinaisons azoïques de l'aniline et de la *p.*-toluidine. Ces substances fondent environ 50° plus bas que les précédentes. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une nouvelle preuve de la résistance cellulaire des saccharomyces, et sur une nouvelle application de cette propriété à l'industrie de la distillerie.* Note de M. **Henri Alliot.** (Extrait.)

« Jusqu'ici, les mélasses de distillerie devaient être soumises à l'opération du dénitrage avant leur mise en fermentation qui, pratiquement, eût été à peu près irréalisable sans cela. Le dénitrage consiste à diluer la mélasse, l'additionner d'acide sulfurique, puis la porter à l'ébullition et même insuffler de l'air d'après le procédé Barbet, opération qui fait disparaître l'acide nitrique et les acides volatils.

» J'ai eu l'idée d'éviter cette phase du travail, en préparant des cultures pures d'un ferment acclimaté à tous les antiseptiques contenus dans les moûts de mélasse industriels. Mais, comme ils forment un ensemble complexe, j'ai pensé que je les capterais tous, en recueillant toutes les vapeurs chassées par le dénitrage et en ajoutant, à une culture d'une race de levure de vin très vigoureuse, des doses progressives du liquide nauséabond recueilli.

» On prend une certaine quantité de mélasse, additionnée de son poids d'eau et de 4^g d'acide sulfurique par litre, et on l'introduit dans un alambic. On distille de manière à obtenir un volume de liquide d'environ le cinquième de la masse mise en distillation. On se sert de ce liquide, en l'ajoutant par petites portions, à quelques heures d'intervalle, à une culture de levure pure dans un moût sucré nutritif quelconque utilisé dans les laboratoires. L'accoutumance de la levure s'effectue sans difficultés, en maintenant, bien entendu, la culture à une température suffisante (de 20° à 25° C.).

» La petite quantité de culture de levure initiale, dont il suffit de 1^l pour une grande distillerie fermentant plus de 1000^{hl} de moût par jour, ayant seule besoin d'être acclimatée, l'opération se réduira à distiller préalablement 250^g à 300^g de mélasse additionnée d'acide sulfurique, pour obtenir les produits volatils antiseptiques à la présence desquels on acclimatera les quelques cellules du ferment initial qui, cultivées ultérieure-

ment dans un appareil propagateur de levure, conserveront la propriété acquise pendant un temps suffisant pour que la fermentation industrielle puisse se terminer.

» En opérant comme je l'indique, j'ai pu effectuer deux essais qui ont confirmé mes prévisions. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur les principes actifs du venin de crapaud commun* (Bufo vulgaris *L.*). Note de MM. **C. Phisalix** et **Gab. Bertrand**, présentée par M. Roux.

« Nous avons montré antérieurement que la grenouille est un bon réactif du venin de crapaud. Elle succombe à l'injection de très petites doses et présente un ensemble caractéristique de symptômes : de la paralysie, débutant par le train postérieur, du rétrécissement de la pupille, le ralentissement et l'arrêt du cœur en systole (¹).

» Nous avons signalé en même temps l'existence de produits alcaloïdiques dans le venin, en faisant toutefois remarquer que c'était à d'autres produits, de nature encore inconnue, qu'il fallait rapporter presque toute l'activité de cette sécrétion.

» Ayant réussi, depuis, à nous procurer une assez grande quantité de crapauds, nous avons repris l'étude de la composition chimique du venin, que nous avions à peine ébauchée.

» Deux méthodes nous avaient servi, dans nos premières recherches, pour nous procurer le venin. Au début, nous exprimions les glandes parotides des animaux placés dans l'eau distillée. Puis, comme cette méthode était longue et désagréable, nous avons opéré autrement : les crapauds, préalablement chloroformés, étaient écorchés et les peaux mises dans le vide sur l'acide sulfurique. Lorsque ces peaux étaient sèches, on les épuisait de leurs matières grasses par le sulfure de carbone, puis on les faisait macérer dans l'alcool à 95 pour 100. Celui-ci se chargeait de tous les principes toxiques.

» Mais, comme nous l'avons reconnu ensuite, cette seconde méthode, qui permet de traiter facilement de grandes quantités de crapauds, est, en réalité, bien inférieure à la précédente, au point de vue de l'analyse im-

---

(¹) Il s'agit de *Rana temporaria* et de *Bufo vulgaris*. Voir *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1080, et *Archives de Physiologie*, 5ᵉ série, t. V, 1893, p. 511.

médiate du venin; l'alcool dissout, en effet, non seulement les principes toxiques qu'on recherche, mais encore d'autres substances, provenant des parties non glandulaires de la peau, qui viennent souiller l'extrait alcoolique. L'analyse est rendue plus difficile et les résultats qu'elle donne restent incertains. Aussi sommes-nous revenus, dans nos nouvelles expériences, à la méthode primitive, c'est-à-dire à l'extraction directe du venin. Nous avons pratiqué celle-ci sur 500 crapauds environ.

» Nos recherches ne sont pas encore définitives; mais, à cause d'une publication récente de Faust sur le même sujet ([1]), nous croyons devoir en donner dès aujourd'hui les principaux résultats; ils ne sont d'ailleurs pas tout à fait d'accord avec ceux de Faust.

» En faisant macérer des peaux de crapauds dans l'alcool, cet expérimentateur a extrait deux substances : la bufonine et la bufotaline, capables toutes deux d'arrêter le cœur en systole; il les considère comme les principes actifs du venin.

» Cette conclusion nous paraît critiquable. La méthode employée par Faust enlève à la peau du crapaud, comme nous l'avons indiqué au sujet de nos propres recherches, des substances qui n'ont aucun rapport avec le venin. C'est ce qui explique l'existence du corps décrit par lui sous le nom de *bufonine* et que nous n'avons pu retrouver dans le venin extrait directement des glandes ([2]).

» En outre, les résultats de Faust ne rendent pas compte de tous les caractères physiologiques du venin, car la bufotaline arrête les mouvements du cœur, mais ne présente aucune action manifeste sur le système nerveux central.

» Nous arrivons à extraire et à séparer les constituants actifs du venin de crapaud de la manière suivante : la tête des batraciens étant maintenue dans l'eau, on exprime avec les doigts ou à l'aide de pinces le contenu des glandes parotides.

» On obtient de la sorte un liquide lactescent, à réaction acide, qu'on filtre à la bougie de porcelaine et qu'on évapore à consistance d'extrait. Pendant cette évaporation, il se sépare une substance peu soluble, sous la forme d'une pellicule blanche, qu'on enlève au fur et à mesure de sa formation. On lave cette substance à l'eau distillée, puis on la redissout dans l'alcool absolu ou le chloroforme. Il se sépare alors un peu de matières albuminoïdes, et le liquide, rendu limpide par filtration, est évaporé complètement à sec.

([1]) *Ueber Bufonin und Bufotalin*, 35 pages. Leipzig, Hirschfeld, 1902.

([2]) L'un de nous reviendra sur la nature de cette substance qui ne possède, lorsqu'elle est pure, aucun pouvoir toxique.

» Le corps obtenu de cette façon est un des principes actifs du venin, celui qui agit sur le cœur de la grenouille et l'arrête en systole. Il se présente sous l'aspect d'une résine transparente, presque incolore, dont la composition centésimale répond à la formule $C^{119}H^{171}O^{25}$. (Trouvé : C, 71,21 ; H, 8,57. — Calculé : C, 71,43 ; H, 8,55.)

» Malgré cette composition, différente de celle trouvée à la bufotaline par Faust, nous croyons avoir affaire absolument au même principe. La bufotaline de Faust était souillée par un corps acide, car la nôtre est tout à fait neutre.

» La bufotaline pure est très soluble dans l'alcool, le chloroforme, l'acétone, l'acétate d'éthyle et l'acide acétique ; moins soluble dans l'éther, très peu dans le tétrachlorure de carbone, insoluble ou presque insoluble dans le sulfure de carbone, le benzène et l'éther de pétrole. Lorsqu'on ajoute de l'eau à sa solution alcoolique, elle se précipite en donnant une émulsion blanche qui finit par se dissoudre dans un grand excès d'eau. C'est la solution aqueuse ainsi obtenue qui a servi aux expériences physiologiques. Bien que très diluée, elle a une saveur fortement amère et laisse sur la langue une sensation spéciale très persistante.

» Le second principe actif du venin, celui qui agit sur le système nerveux et détermine la paralysie, reste dans l'extrait aqueux d'où l'on a séparé le poison cardiaque.

» Il renferme encore une certaine quantité de celui-ci et quelques autres substances, parmi lesquelles une matière albuminoïde et du chlorure de sodium. Pour le purifier, on le reprend par l'alcool à 96° ; la solution filtrée est distillée, et le résidu, dissous dans l'eau, est déféqué par le sous-acétate de plomb et l'hydrogène sulfuré. On obtient de la sorte une solution peu colorée qu'on épuise successivement par le chloroforme, pour extraire le reste de bufotaline, et par l'éther, qui enlève presque tout l'acide acétique.

» Ce nouveau principe, que nous appelons *bufoténine*, se trouve dans le résidu de la solution, évaporée à sec dans le vide.

» En résumé, le venin de crapaud commun doit son activité à la présence de deux substances principales : la bufotaline, de nature résinoïde, soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'eau, et la bufoténine, très soluble dans ces deux dissolvants. Injecté à la grenouille, il amène l'arrêt du cœur en systole, à cause de la première substance, comme cela a été reconnu d'abord par Faust ; la paralysie est provoquée, au contraire, par la bufoténine. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la nature de la bufonine.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Roux.

« On a vu, dans une Note que j'ai publiée avec M. C. Phisalix [1], que le venin du crapaud doit sa toxicité à deux substances principales : la bufotaline, arrêtant le cœur de la grenouille en systole, absolument comme la digitaline, et la bufoténine, que son action paralysante rapproche jusqu'à un certain point du curare.

» Faust, d'après un Mémoire récent [2], a déjà obtenu la première de ces substances, mais à l'état impur. La seconde lui a échappé, mais, par contre, il a décrit un autre corps cristallisé, fusible à + 152°, auquel il a donné le nom de *bufonine.*

» D'après lui, ce nouveau corps répondrait à la formule $C^{34}H^{54}O^2$. Facilement soluble dans l'alcool chaud, le chloroforme et le benzène, il se dissout difficilement dans l'éther, très peu dans l'alcool froid et dans l'eau. Avec le chloroforme ou l'anhydride acétique et l'acide sulfurique, il donne à peu près les réactions colorées de la cholestérine; mais, au contraire de cette substance, il peut être évaporé à sec avec de l'acide chlorhydrique et du perchlorure de fer sans fournir aucune coloration. Enfin, la bufonine posséderait la même action physiologique que la bufotaline, mais à un degré très faible, vraisemblablement, ajoute Faust, à cause de sa difficile solubilité.

» Comme j'en ai déjà fait la remarque avec M. C. Phisalix, la bufonine n'existe pas dans le venin du crapaud extrait directement des glandes. Elle tire son origine des autres parties de la peau, et la confusion de Faust provient de la méthode employée par lui pour l'étude du venin.

» Cette méthode consiste, en effet, à faire macérer les peaux entières des crapauds avec de l'alcool à 96°. Après plusieurs semaines, on évapore la solution pour chasser l'alcool, et l'on reprend le résidu par l'eau. La partie insoluble, recristallisée dans l'alcool chaud, constitue la bufonine [3].

» J'ai obtenu la même substance, non seulement par la méthode de Faust, mais

---

(1) Voir ci-dessus, p. 46.

(2) *Ueber Bufonin und Bufotalin,* brochure de 35 pages. Leipzig, Hirschfeld, 1902.

(3) Comme la bufotaline est très peu soluble dans l'eau, une certaine quantité doit se précipiter aussi quand on reprend l'extrait alcoolique.

mieux encore en épuisant les peaux desséchées dans le vide par le sulfure de carbone. L'extrait sulfocarbonique, placé dans un endroit froid, se prend peu à peu en une bouillie cristalline. On essore à la trompe et l'on purifie la partie solide en la recristallisant plusieurs fois à l'aide de l'alcool.

» Il m'a fallu 1400 crapauds pour obtenir 7^g de cette substance que j'ai pu identifier ensuite avec la cholestérine ordinaire.

» Ce n'est cependant pas sans quelques difficultés que je suis arrivé à ce dernier résultat. Le produit extrait des peaux de crapauds retient avec persistance une petite quantité de substances étrangères, principalement des graisses, pour lesquelles il est un très bon dissolvant, même à l'état solide. Ces substances modifient d'une manière sensible ses propriétés physiques et ses réactions colorées, et, comme cela est arrivé peut-être dans d'autres cas, on croit qu'il s'agit d'un corps différent de la cholestérine.

» En prenant de l'alcool d'un titre relativement faible, à 90 centièmes, on arrive déjà à une purification avancée. Cet alcool dissout à peine les matières grasses et les sépare au mieux de la cholestérine qu'on retrouve, après une série de cristallisations, avec ses principales constantes physiques : point de fusion, solubilité et pouvoir rotatoire.

» Ce point acquis, on peut opérer la purification d'une manière beaucoup plus rapide en traitant le produit, grossièrement purifié, par la potasse alcoolique. Dans une expérience conduite quantitativement, on a chauffé $2^g,34$ de produit, déjà cristallisé deux fois dans l'alcool à 96°, avec 10^{cm^3} d'alcool et $0^g,5$ de potasse. Après 10 minutes d'ébullition, on a évaporé à sec au bain-marie, repris le résidu par l'eau et épuisé l'émulsion par l'éther, dans une boule à robinet. L'éther, filtré et distillé, a laissé $2^g,24$ de résidu. Celui-ci, recristallisé dans un peu d'alcool, a donné finalement $2^g,22$ de cholestérine blanche, nacrée, fondant à 148° (au bloc Maquenne).

» D'autre part, la solution alcaline, acidulée par l'acide chlorhydrique, évaporée à sec et épuisée par l'éther, a abandonné à celui-ci $0^g,07$ de substances ayant l'aspect et les principaux caractères des acides gras.

» Si l'on tient compte du poids moléculaire de la cholestérine et des chiffres de rendements donnés par cette expérience, on voit qu'on avait bien affaire à de la cholestérine, légèrement impure, et non à une combinaison définie de ce corps.

» J'ai comparé, pour plus de certitude, la cholestérine des peaux de crapauds avec celle extraite des calculs biliaires de l'homme et purifiée, elle aussi, avec grand soin.

» Les analyses élémentaires ont donné des résultats concordants :

	Cholestérine du crapaud.	Cholestérine biliaire.
Carbone	84,03	84,16
Hydrogène	12,12	12,15

» Les déterminations du point de fusion (au bloc Maquenne), de la solubilité (dans l'alcool à 90°) et du pouvoir rotatoire (dans le chloroforme) ont donné les mêmes chiffres :

	Cholestérine du crapaud.	Cholestérine biliaire.
Point de fusion	+ 148°	+ 148°
Solubilité ($t = +18°-19°$)	0,44 pour 100	0,42 pour 100
$(\alpha)_D$ à + 25° (concentration : 2 pour 100)	— 37°30′	— 37°30′ (1)

» Enfin, *toutes* les réactions colorées, y compris celle à l'acide chlorhydrique et au perchlorure de fer, ont été absolument identiques.

» Il faut conclure de là que la bufonine de Faust n'est pas un principe immédiat nouveau : c'est tout simplement de la cholestérine ordinaire, lévogyre, souillée par diverses impuretés, parmi lesquelles un peu de bufotaline lui donne une certaine activité sur le cœur de la grenouille. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'acide sulfocyanique sur la végétation de l'*Aspergillus niger. Note de M. A. **Fernbach**, présenté par M. Roux.

« J'ai eu l'occasion d'observer à plusieurs reprises la végétation de l'*Aspergillus niger* sur un liquide Raulin, son milieu de culture habituel, dans lequel avait été introduit accidentellement du sulfocyanate d'ammoniaque, sel qui se trouvait comme impureté dans le nitrate d'ammoniaque ayant servi à la préparation du liquide.

» L'effet du sulfocyanate reste d'abord insensible, si l'on se contente d'un examen superficiel, comme celui de l'aspect général de la culture. Comme le démontrent les chiffres indiqués plus loin, le développement du mycélium de la moisissure est à peu près normal jusqu'au moment où commence habituellement la fructification. A partir de ce moment, le mycélium semble rester inerte : on ne voit pas apparaître de spores, et la végétation se maintient dans cet état pendant un temps d'autant plus long que la dose de sulfocyanate est plus considérable.

» Voici une série d'expériences faites comparativement avec le liquide Raulin normal, et ce même liquide additionné de doses croissantes de sulfocyanate d'ammoniaque. Les cultures ont été faites dans des fioles à fond plat, renfermant chacune, dans 55^{cm^3} de liquide Raulin, $2^g,2$ de sucre et ensemencées autant que possible avec le même nombre de spores. Au bout de 69 heures, on a déterminé la quantité totale de sucre consommé, et le poids de la récolte obtenue.

	I.	II.	III.	IV.
	g	g	g	g
Dose de sulfocyanate par litre	0,0	0,1	0,2	0,5
Sucre consommé	2,2	2,0	1,85	1,47
Poids de plante	1,024	0,807	0,721	0,621
Rapport du poids de plante au sucre consommé	0,51	0,40	0,39	0,41

(1) Rapporté au produit fondu, c'est-à-dire déshydraté.

» Au moment où l'expérience a été arrêtée, la fructification était normale dans le vase I; le noircissement ne s'était produit que sur les bords dans la fiole II; il était très discret sur la fiole III, et n'existait pas dans la fiole IV, qui est restée au même état pendant 6 jours.

» Comme on le voit, la présence du sulfocyanate d'ammoniaque ne gêne pas d'une manière sensible le développement du mycélium, et ne se traduit que par une utilisation un peu moins bonne du sucre, qui reste d'ailleurs à peu près la même pour les diverses doses de sulfocyanate étudiées.

» Le seul fait remarquable est l'arrêt de la fructification, qui ne commence à apparaître, comme j'ai pu m'en convaincre, que lorsque le liquide ne donne plus la réaction du sulfocyanate, c'est-à-dire lorsque la moisissure est parvenue à éliminer ce sel, vraisemblablement par oxydation.

» Ce retard apporté à la fructification mérite d'autant mieux d'être signalé qu'il est en opposition avec l'effet observé le plus généralement dans l'action des substances gênantes sur le développement des êtres inférieurs et en particulier des moisissures : celles-ci, au contraire de ce que nous venons de constater, traduisent le plus souvent leur gêne par une diminution très sensible du poids de mycélium, et par une augmentation de la rapidité avec laquelle elles produisent leurs spores, c'est-à-dire leurs formes de résistance. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence de la choline sur les sécrétions glandulaires.* Note de M. **A. Desgrez**, présentée par M. Bouchard.

« Dans les recherches que nous avons faites, M. Zaky et moi, relativement à l'influence de la choline et de la bétaïne sur les échanges nutritifs, ces bases nous ont paru exercer une action excitante sur les sécrétions salivaire et rénale. On sait, d'autre part, depuis longtemps, que la pilocarpine présente une action analogue avec une intensité toute particulière et que, de plus, la sécrétion pancréatique qu'elle détermine est douée d'une activité protéolytique manifeste. Comme la pilocarpine et la choline renferment un commun groupement de triméthylamine [$Az(CH^3)^3$], comme elles se dédoublent l'une et l'autre, à chaud, par action de l'eau seule, avec production de cette base, j'ai pensé que ces analogies de constitution chimique et de facile décomposition pouvaient entraîner une analogie d'effet physiologique, c'est-à-dire que la choline devait bien réellement exercer, à la façon de la pilocarpine, une influence marquée sur les phé-

nomènes sécrétoires. L'intérêt de cette question réside non seulement dans la démonstration de l'action d'un groupement chimique défini sur un ordre de phénomènes physiologiques, mais encore dans ce fait que, la choline étant une base très répandue dans l'organisme, il importe de déterminer exactement les divers rôles qu'elle peut y remplir.

» Les premières expériences que j'ai faites sur le lapin et le chien ont justifié mes prévisions et montré que la choline injectée par voie intra-veineuse, à des doses variant entre $0^g,002$ et $0^g,015$ par kilogramme d'animal, augmente tout à la fois les sécrétions salivaire, pancréatique, biliaire et rénale.

» Grâce à l'obligeant concours de M. L. Camus, chef des travaux physiologiques à la Faculté, j'ai pu inscrire les phénomènes et conserver une mesure exacte de l'influence de la choline sur les sécrétions précédentes. Les animaux recevant, par voie intra-veineuse, $0^g,10$ de chloralose par kilogramme, étaient ainsi anesthésiés en un temps variant entre 20 et 30 minutes. On isolait ensuite les divers canaux excréteurs et prenait, s'il y avait lieu, une inscription de la sécrétion normale. La choline injectée produisait son effet en une demi-minute ou une minute au plus, simultanément pour les sécrétions pancréatique et biliaire, avec un léger retard pour la sécrétion salivaire, au contraire avec un retard très marqué pour la sécrétion rénale.

» I. *Sécrétion salivaire.* — La salive mixte produite par injection de choline devient tellement abondante chez le lapin qu'elle peut entraîner l'asphyxie de l'animal endormi. Chez le chien, on a enregistré la sécrétion éliminée par le canal de Warthon; tandis qu'elle était, normalement, de 1 goutte en 3 ou 4 minutes, elle s'est accrue de 38 à 40 gouttes, dans le même temps, sous l'influence de $0^g,01$ de choline par kilogramme d'animal.

» II. *Sécrétion pancréatique.* — A été prise sur le canal de Wirsung, après ligature préalable du canal accessoire de Santorini. Cette sécrétion, qui ne coulait pas normalement, a donné de 8 à 10 gouttes de suc, en 4 minutes, avec la même dose de base que précédemment. Quant à l'activité protéolytique du suc ainsi obtenu, elle s'est montrée sensiblement égale à celle du suc fourni par la pilocarpine; 3^{cm^3} de ce suc ont dissous, en 24 heures et à 37°, $0^g,70$ d'albumine d'œuf coagulée; avec le même volume de suc sécrété après injection de pilocarpine, $0^g,70$ d'albumine coagulée ont été dissous en 20 heures.

» III. *Sécrétion biliaire.* — A été prise sur le canal cholédoque, après ligature du canal cystique, afin d'éviter l'influence de contractions possibles de la vésicule biliaire. Cette sécrétion est toujours accrue par la choline, quoique de façon inégale suivant les animaux. Tandis qu'elle ne dépasse pas normalement 8 à 10 gouttes en 6 minutes, elle atteint, chez le chien, 18 à 24 gouttes, dans le même temps, avec $0^g,01$ de choline par kilogramme d'animal.

» IV. *Sécrétion rénale.* — Pour une chienne pesant 15^{kg} et n'ayant reçu en tout que $0^g,02$ de choline, on a enregistré séparément les sécrétions fournies par chacun des deux reins. Voici la somme des résultats inscrits après une première injection : en 36 minutes, 167 gouttes pour le rein droit, 198 gouttes pour le rein gauche, alors qu'à l'état normal le premier donnait 84 gouttes et le second 96 gouttes dans le même

temps. A la suite d'une deuxième injection de la même dose, ces différences se sont encore accentuées : le rein droit a donné 401 gouttes, le rein gauche 478 gouttes en 54 minutes. Normalement, ils eussent inscrit : le premier 126 gouttes, le second 144 gouttes dans le même temps.

» Sous l'influence de doses très faibles de choline, la sécrétion rénale peut donc varier du simple au double ou même au triple. A noter qu'elle apparaît plus tardivement que les précédentes et se prolonge plus longtemps.

» L'examen des urines ainsi éliminées a donné :

	Azote total pour 1000.	NaCl pour 1000.	Δ.	$\frac{\Delta}{\delta}$.
	g	g	°	°
1° Urine normale.......	8,57	13,42	1,85	1,76
2° Urine du rein droit...	8,46	6,82	1,51	1,37
3° Urine du rein gauche.	7,38	6,88	1,30	1,42

» Les modifications de la sécrétion rénale ne consistent donc pas seulement en un accroissement de l'activité glomérulaire, fait qui pourrait ne dépendre que de variations des conditions de la circulation sanguine, mais elles se traduisent également par une augmentation très marquée de l'activité des épithéliums.

» *Conclusion.* — Bien qu'elle constitue un produit avancé du dédoublement des albumines, la choline ne peut donc pas être considérée comme inutile à l'organisme qui la produit ou qui la reçoit. Ce n'est pas un déchet, au sens absolu du mot. J'ai déjà montré, avec M. Zaky, qu'elle exerce une influence favorable sur les échanges nutritifs et contribue, en particulier, à la rétention du phosphore. Les expériences précédentes établissent, en outre, qu'elle agit par son groupement triméthylamine, identique d'ailleurs à celui de la pilocarpine, pour provoquer, comme cette dernière, une action favorisante marquée sur les sécrétions externes. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Disparition des éthers dans le sang* in vitro. Note de MM. **Maurice Doyon** et **Albert Morel**, présentée par M. A. Chauveau. (Extrait.)

« I. M. Hanriot avait annoncé une démonstration péremptoire de l'action de sa lipase sur les graisses neutres naturelles, action que M. Arthus venait de contester. M. Hanriot émulsionnait de l'huile avec du carbonate de soude; le mélange additionné de sérum et placé à l'étuve devenait acide. L'auteur concluait, de ce fait, à une saponification de l'huile. Nous avons démontré que l'acidité est due, dans ces conditions, à l'action des

microbes s'exerçant, principalement sinon exclusivement, sur le sérum; la présence de l'huile n'est pas nécessaire. La réaction d'un mélange dépourvu de microbes ne varie pas.

» II. Aujourd'hui M. Hanriot invoque une action qui s'exercerait sur les graisses naturelles du sang : il entreprend d'en demander la preuve, non plus à ses propres expériences, mais aux nôtres. Il faut distinguer deux cas : le cas du sérum proprement dit, c'est-à-dire débarrassé de globules; le cas du sang ou des sérums plus ou moins chargés de globules.

» 1. Dans le cas du sérum vrai, centrifugé, sans globules, notre Note établit qu'il n'y a pas d'action lipasique appréciable. L'extrait éthéré ne varie pour ainsi dire pas; il n'y a pas sensiblement d'acides gras; pas de saponification. Les chiffres sont les suivants :

		Acides			
	Extrait éthéré.	organiques combinés à l'état d'éthers.	gras combinés à l'état de savons.	organiques libres.	Glycérine.
Immédiatement après la saignée.	3,96	2,95	0,29	0,53	néant
Après 144 heures à 37°	3,85	2,78	0,29	0,53	néant

» Cette expérience contredit nettement la préexistence d'une lipase dans le plasma.

» 2. Deux autres expériences de la même Note se rapportent : l'une au sang total du chien, l'autre à un sérum de cheval chargé de globules, ayant séjourné des temps différents à l'étuve. Il se produit, dans ces liquides, des actions que beaucoup de physiologistes tendent à attribuer aux globules, car elles ont lieu dans le sang total; encore dans les sérums globulaires; elles font défaut dans le sérum sans globules.

» Parmi ces réactions, il y a celles que nous avons indiquées; l'extrait éthéré diminue dans le sang conservé aseptiquement à 37°; il n'apparaît pas des quantités d'acides gras (libres ou combinés) ni de glycérine équivalentes. L'action qui fait disparaître les graisses n'est donc pas une saponification; le processus est autre. Le nouvel exemple que nous publions vient à l'appui de nos premières conclusions.

» Du sang défibriné de chien (en digestion) est réparti en plusieurs échantillons; ces échantillons sont dosés à des intervalles déterminés; avant chaque dosage on recherchait la présence des microbes; tous ces échantillons sont restés stériles, sauf le sang conservé en tube scellé.

		Extrait éthéré. Pour 1000.	Acides organiques combinés à l'état d'éthers. Pour 1000.	Acides gras combinés à l'état de savons. Pour 1000.	Acides organiques libres. Pour 1000.	Glycérine. Pour 1000.
Échantillons au contact de l'air.	Immédiatement après la saignée.........	g 6,7	g 4,982	g 0,620	g 0,20	Néant.
	Après 48 h., à 37°...	3,8	2,350	0,603	0,29	Néant.
	» 96 » ...	3,3	1,917	0,780	0,32	Néant.
	» 144 » ...	2,4	1,250	0,840	0,45	Néant.
	» 192 » ...	1,6	0,70	0,960	0,62	Néant.
Échantillon conservé en tube scellé après avoir été soumis pendant 2 h. au vide de la trompe (à 15°).	Après 192 h., à 37°...	6,1	»	»	0,49	Néant.

» En regard de cette lipase hypothétique, qui ne peut agir sur les graisses vraies en présence de l'eau ni en l'absence d'oxygène, il convient de placer la lipase réelle du pancréas, dont l'action est si nette et si facile, même dans le vide de la trompe. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Inhibition produite par voie d'interférence sur la rétine.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans diverses Notes communiquées à l'Académie en 1891 et 1896, j'ai montré que chaque excitation lumineuse détermine dans l'appareil rétinien un double processus oscillatoire, qui se transmet à distance dans des conditions que j'ai pu déterminer expérimentalement. J'ai pensé qu'en partant de ce fait il serait possible de produire sur la rétine, comme je l'ai déjà fait sur le nerf moteur, des phénomènes d'influence d'une excitation sur une autre plus ou moins éloignée.

» L'un des deux processus rétiniens se transmettant également dans toutes les directions perd très rapidement de son intensité, et il n'est guère possible de songer à lui pour réaliser ces phénomènes d'influence à distance. Mais dans le second, la propagation s'opère en ligne droite, donc sans perte trop grande, dans la direction du point de fixation, et de plus on peut tirer parti du trait le plus apparent de cette réaction oscillatoire, la production de la *bande noire,* qui n'est que la première phase négative de

l'oscillation rétinienne. La fréquence de cette dernière étant d'environ 36 par seconde, la bande noire commencera à se produire environ $\frac{1}{72}$ de seconde après le début de l'excitation et se propagera avec une vitesse connue d'après d'autres expériences. Si donc une excitation naît à un instant donné en un point de la rétine, l'influence affaiblissante de la bande noire se fera sentir sur une seconde excitation produite en un autre point *après un temps parfaitement déterminé et augmentant proportionnellement à la distance des deux points excités*. C'est en effet ce qu'on observe en se plaçant dans certaines conditions. (Je néglige volontairement la première phase de renforcement, dont j'ai observé aussi la transmission à distance, mais qui est moins facile à étudier.)

» Cette expérience nous fournit donc, d'une part, une confirmation de nos précédentes recherches; mais, en outre, elle nous permet de déterminer, par une nouvelle méthode, et la fréquence et la vitesse de propagation radiale des oscillations rétiniennes.

» Remarquons l'analogie de cette méthode avec celle qui nous a servi précédemment à mesurer la vitesse de propagation de l'excitation unipolaire dans le nerf (note du 26 juin 1899). On produit deux excitations brèves en deux points séparés par une distance l sur la rétine (comme sur le nerf); on cherche après combien de temps t la seconde doit se produire pour être influencée par la première. L'influence partie du premier point s'étant produite après un temps k et s'étant propagée avec une vitesse v, on a

$$t = k + \frac{l}{v}.$$

» On répète l'expérience pour une nouvelle distance l' des deux points excités, et l'on trouve un nouvel intervalle de temps t' dont la valeur est

$$t' = k + \frac{l'}{v}.$$

» On tire de là

$$v = \frac{l - l'}{t - t'}.$$

» On peut aussi calculer k, qui est égal à $\frac{lt' - l't}{l - l'}$; cela représente, dans le cas actuel, la durée de la demi-période oscillatoire, après laquelle se produit la bande noire dont nous apprécions l'effet à distance. Cet effet se manifeste par l'obscurcissement d'une seconde excitation, quand les conditions de distance et de temps établies ci-dessus sont réalisées.

» Cette méthode, facile à concevoir en principe, est plus difficile à mettre en pratique. Il faut d'abord que la seconde excitation soit très faible, pour qu'on puisse juger de l'arrivée de la bande noire par extinction ou quasi-extinction. Sa durée ne doit pas dépasser celle de la réaction négative, soit $\frac{1}{72}$ de seconde, et il est préférable de la rendre plus faible encore.

» De même il est bon de ne pas faire dépasser à l'excitation initiale (beaucoup plus intense) la durée d'une oscillation rétinienne, soit $\frac{1}{36}$ de seconde. Il est facile d'obtenir ces deux excitations par deux secteurs de largeur convenable qui passeront devant deux petites fenêtres fixes pratiquées dans un large écran noir. Les deux secteurs pourront être écartés plus ou moins l'un de l'autre pour faire varier l'intervalle de temps entre les deux excitations. Je n'ai pas eu jusqu'ici les moyens de réaliser cette variation d'une façon continue, aussi dans une première série d'expériences j'ai opéré par tâtonnements successifs en achevant le réglage par de petits changements de la distance de l'œil et, par suite, de l'intervalle rétinien des points excités. Après une première détermination on répète l'expérience en regardant à peu près à la même distance deux autres fenêtres semblables un peu plus écartées et pour lesquelles on a établi par tâtonnements un autre intervalle de temps convenable. On doit fixer la seconde fenêtre ou un point assez voisin situé sur la droite qui la joint à la première. Il y a en outre des détails d'expérience assez délicats sur lesquels je ne puis insister.

» J'ai obtenu, comme résultat moyen de 18 déterminations, 71^{m} par seconde pour la vitesse de propagation de la réaction négative, et 33 périodes par seconde pour la fréquence de l'oscillation, ce qui concorde suffisamment avec les résultats de mes précédentes méthodes. »

BIOLOGIE. — *Sur l'autorégulation par l'acide carbonique du fonctionnement énergétique des organismes*. Note de M. **Raphael Dubois**.

« Dans mon Livre sur le *Mécanisme de la thermogenèse et du sommeil chez les Mammifères* (voir principalement p. 246-247 et 267) et dans diverses publications antérieures et postérieures, j'ai montré que, seule, l'accumulation de l'acide carbonique dans l'organisme peut « expliquer » d'une manière satisfaisante le cycle du travail, de la fatigue, du sommeil » et du réveil ». Par de nombreuses expériences j'ai prouvé que le sommeil des animaux et des végétaux est une autonarcose carbonique, résultant

de leur fonctionnement périodique alternativement diurne et nocturne, et que le sommeil hivernal, lui-même, n'est qu'une exagération de l'état de sommeil ordinaire. L'étude approfondie des animaux hivernants m'a permis, en outre, de mettre en lumière l'influence frénatrice de l'acide carbonique sur la calorification, et d'établir que l'acide carbonique constitue le plus admirable des régulateurs thermiques ([1]).

» On sait, en effet, que son pouvoir antithermique est considérable; or, comme sa production augmente précisément en même temps que les causes d'hyperthermie, telles que le travail musculaire ou, d'une manière générale, proportionnellement aux oxydations, lesquelles présentent les plus importants des phénomènes exothermiques et exoénergétiques, il en résulte une admirable compensation automatique. Cette dernière, par sa généralité et par son intensité, laisse bien loin derrière elle tous les mécanismes de régulation thermique, dont il est question dans les Traités de Physiologie anthropologique.

» Chacun connaît les étroites relations qui relient le travail à la calorification, à la fatigue, et l'influence de cette dernière sur le sommeil; mais, en outre, on peut prouver expérimentalement que la fatigue est obtenue par l'acide carbonique agissant directement sur l'économie, alors même que celle-ci n'a pas épuisé ses réserves de potentiel énergétique. Pour cela, il suffit de surcharger lentement de CO^2 l'organisme, en respirant des mélanges de CO^2 et d'air ou, mieux, de CO^2 et d'O, pour écarter toute influence anoxémique. Au bout d'un temps variable avec les proportions du mélange gazeux et l'état du sujet, il survient une *fatigue* telle que le sujet a la plus grande peine à se tenir debout et à marcher, *comme s'il avait fait une marche forcée*. C'est la *fatigue*, que tout le monde connaît, et pourtant CO^2, loin d'avoir, dans ce cas, provoqué un épuisement des réserves, a, bien au contraire, ralenti leur consommation, ainsi que l'indique la sensation de froid et la tendance à l'hypothermie qui suit son inhalation prolongée. Il y a donc, en même temps, économie par frénation des dépenses et production d'une sensation de fatigue intense.

» Comment peut-on expliquer cette autofrénation énergique par CO^2?

» Si, au lieu d'air, on fait passer avec la vitesse d'une bulle par seconde un mélange à parties égales d'air et d'acide carbonique, dans une solution d'hydroquinone titrée contenant de la laccase, on remarque une diminution considérable de l'action de l'oxydase.

([1]) Voir *loc. cit.*, p. 263.

» Il est possible que cela tienne uniquement à ce que CO^2 agit sur la laccase par sa fonction acide, mais il ne faut pas oublier qu'il est aussi un anesthésique très général pour le bioprotéon ou substance vivante. J'ajouterai que, d'après mes expériences, ce n'est pas sur le pouvoir glycolytique du sang que son action paraît s'exercer.

» En résumé, ce qu'il importe surtout de noter c'est que l'*acide carbonique produit la fatigue, même en présence de réserves énergétiques abondantes, et qu'il est le plus général, le plus important et le plus merveilleux autorégulateur des phénomènes bioénergétiques : travail, biothermogenèse, bioélectrogenèse, biophotogenèse et, principalement, de tous ceux dans lesquels l'oxygène intervient.*

» L'acide carbonique est le contrepoids de l'oxygène, qui provoque sa formation dans le bioprotéon. Dans les organismes, il sert à empêcher les dégagements exagérés de potentiel, de même qu'il est employé communément à combattre les incendies, mais toutefois par un mécanisme qui n'est pas identique dans les deux cas. Il est temps de cesser de considérer CO^2 comme un simple déchet, inutile, sinon nuisible. »

ZOOLOGIE. — *Influence de la température sur le développement parthénogénétique.* Note de M. C. Viguier, présentée par M. Edmond Perrier.

« Depuis que j'annonçai la parthénogenèse naturelle des *Sphærechinus, Toxopneustes* et *Arbacia* (*Comptes rendus*, 20 juin 1900, et publications subséquentes), elle n'a été affirmée pour ces animaux que par Ariola (*Arbacia, in* Società Ligustica di Scienze, Gênes, 1902). Mais cet auteur n'a vu que ce qu'il appelle « un principio di divizione partenogenetica, che e inferiore allo stadio di morula » et qui correspond à ce que je nomme *segmentations irrégulières* ou *fausses segmentations.* Les figures de sa planche IX sont démonstratives à cet égard. Quant à moi, je n'ai jamais parlé de parthénogenèse que lorsque j'obtenais des larves régulières et actives. Les *Arbacia* de Naples sont donc, à cet égard, moins favorables à l'étude que ceux d'Alger; ou plutôt Ariola n'étudia qu'un trop petit nombre de sujets.

» J'avais, en 1901, repris ce travail sur les *Toxopneustes* et les *Arbacia* seulement; obtenant des plutei pour les premiers, et seulement des gastrulas pour les seconds.

» Aussi A.-P. Mathews (*Am. J. of Phys.*, t. VI, p. 151) attribue-t-il mes résultats moins favorables de 1901 à ce que l'eau de mes expériences était

mieux stérilisée; les développements signalés par moi comme parthénogénétiques étant dus, suivant lui, comme suivant Loeb (*Am. J. of. Phys.*, t. V, p. 434), à une fécondation involontaire des œufs témoins.

» J'ai d'autant plus lieu de m'étonner de cette assertion que, si des œufs témoins étaient involontairement fécondés, ils devraient avoir un développement semblable à celui des œufs volontairement fécondés. Le fait même qu'ils évoluent autrement, fait que j'ai signalé dès le début, montre que leur nature est différente.

» J'avais, du reste, dit expressément, dans ma Note (*Comptes rendus*, 10 juin 1901), que la température me paraissait surtout jouer un rôle; et Mathews aurait dû connaître cette Note.

» J'ai repris une troisième fois, cette année, ces études sur le *Sph.*, le *Tox.* et l'*Arb.*, et le Service météorologique de l'Algérie a bien voulu me communiquer ses feuilles de 1900, 1901 et 1902.

	Mois de *Mai* :		
	1900.	1901.	1902.
Nombre d'heures au-dessus de 30°......	2 h	0 h	0 h
» 25°......	36	5	11
» 20°......	250	127	101
» 15°......	412	517	415
Nombre d'heures au-dessous de 15°......	44	95	217
Total. ...	744	744	744

» Les conditions de ce mois de mai ont donc été plus défavorables encore qu'en 1901; et je ne dois d'avoir obtenu des résultats probants qu'à ce que j'ai pu suivre mes expériences jusqu'au 9 juin. La température ne se releva définitivement qu'à partir du 27 mai, et les 10 premiers jours de juin donnent, pour 240 heures : 30 minutes au-dessus de 35°, 4 heures au-dessus de 30°, 15 heures au-dessus de 25°, 133 heures au-dessus de 20°; et 87 heures 30 minutes au-dessus de 15°, 0 au-dessous.

» Je publierai les courbes, et celles des mois d'avril.

» J'ai fait cette année 14 cultures de *Sphærechinus* (112 ♀) du 17 avril au 6 juin (les cultures sont toujours indiquées ici par leur date d'origine).

» Pour les *Toxopneustes*, 12 cultures (106 ♀) du 1er mai au 6 juin.

» Pour les *Arbacia*, 12 cultures (176 ♀) du 30 avril au 7 juin.

» Total 394 ♀, des 3 espèces; et, pour les 3 années, 713 ♀ comptées, plus un certain nombre non compté en 1900.

» Si l'on tient compte de la température, les résultats des 3 années concordent tout à fait.

» Les 7 premières cultures de *Sphærechinus*, du 17 avril au 16 mai, ne m'ont rien donné. La température monte brusquement le 19, et la culture du 21 donne des larves rares, qui s'arrêtent au stade blastula; le 23, j'obtiens des blastulas, des gastrulas, et des plutei fort rares. Le thermomètre avait de nouveau baissé; et, pour la culture

du 23, je ne trouve que 2 plutei; pour celle du 30, que de rares blastulas peu actives. La température remontant à partir du 27, la culture du 31 donne des plutei à grands bras et des larves à tous les états, toutes très actives. Une légère baisse se produit à partir du 1[er] juin : la culture du 5 ne donne que quelques plutei, et celle du 6 rien.

» *Toxopneustes :* 2 et 7 mai, rien; 9, une seule blastula immobile; 14, des blastulas mobiles très actives; 16, rien; 21, plutei de tous âges; 23, quelques très grands plutei; 28, rien; 30, une seule blastula très active; 5 juin, grands plutei très actifs; 6, rien.

» *Arbacia :* 30 avril, segm. 4; 7 mai, début de l'invagination gastrulaire; 16, une blastula très jeune; 21, des blastulas très petites et très rares; 22, des gastrulas; 28, des gastrulas; 30, une seule blastula; 5 juin, des plutei très actifs; 6 et 7 juin, des plutei à grands bras, ces derniers très en avance sur les fécondés de même origine.

» Les états indiqués ci-dessus sont les états les plus avancés observés chez les parthénogénétiques naturels. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des formations branchiales chez le Lézard et l'Orvet.* Note de MM. **Prenant** et **Saint-Remy**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le développement des dérivés branchiaux des Sauriens a été suivi, chez les *Lacerta,* par de Meuron, van Bemmelen, Maurer. Nous avons reconnu, sur les *L. agilis* et *L. viridis,* l'exactitude générale des données de Maurer (*Morph. Jahrb.,* t. XXVII); son désaccord avec la plupart des auteurs sur le nombre des fentes tient à ce qu'il ne compte pas la fente buccale, dont le caractère de fente branchiale est bien prouvé par ce fait que, chez les Couleuvres, elle donne un dérivé identique à celui de la fente suivante. Il y a donc, chez les *Lacerta,* cinq fentes branchiales dont la première ne fournit aucune ébauche, et les quatre fentes de Maurer doivent être reculées d'un rang.

» Nous avons étudié également l'Orvet, qui appartient à un autre sous-ordre. Il s'y développe les mêmes organes que chez les *Lacerta;* mais, par suite de la suppression de la dernière fente, ces organes se constituent respectivement aux dépens de la fente précédente, de la façon suivante :

» *I[re] fente.* — Elle ne forme aucune ébauche; elle présente au début un organe sensoriel dorsal qu'on observe aussi chez le Lézard et la Couleuvre.

» *II[e] fente.* — Elle émet une très petite évagination dorso-interne, dont l'épithélium prend un développement considérable et s'allonge pour former en arrière un volumineux bourgeon plein, qui devient le *thymus antérieur.* Un pédoncule grêle rat-

tache encore quelque temps cette ébauche au pharynx et, quand il se détruit, il laisse sa base implantée dans l'épithélium pharyngien, où elle devient un petit nodule d'éléments lymphoïdes, d'importance très variable, qu'on retrouve chez des embryons très avancés.

» *IIIe fente.* — Elle donne naissance également à une petite évagination dorso-interne dont l'épithélium s'allonge et se renfle en massue pour former l'ébauche pleine du *thymus postérieur*, organe qui fait suite au premier et n'en diffère que par le volume. Ventralement la fente se creuse et émet un cordon épithélial plein qui disparaît de bonne heure, mais est intéressant par son analogie avec le bourgeon thymique des Mammifères. Dans cette région, la fente s'isole de l'épithélium tégumentaire, du pharynx et de l'ébauche thymique et se développe en une ébauche creuse qui devient une *glandule parathymique* (*corpuscule épithélial*) située contre la partie postérieure et ventrale de ce thymus.

» *IVe fente.* — La portion proximale de la fente, isolée de l'épithélium tégumentaire, épaissit beaucoup sa paroi et devient une ébauche creuse qui peut être comparée à la glandule parathymique : mais elle se détruit par régression et disparaît complètement de bonne heure.

» *V^e fente.* — Elle s'est montrée réduite à une sorte de petite évagination du pharynx chez nos plus jeunes embryons mesurant 10^{mm} de longueur; elle n'est bientôt plus représentée que par un petit bouton et ne tarde pas à disparaître.

» *Évagination post-branchiale.* — Elle se forme à l'origine des deux côtés, mais bientôt celle du côté gauche régresse et disparaît complètement, sauf de rares exceptions; celle de droite seule se développe en une glande qui atteint son maximum dans le jeune âge et régresse chez l'adulte. »

ZOOLOGIE. — *Contributions à l'étude anatomique du* Rhabdopleura Normani *Allm.* Note de MM. **A. Conte** et **C. Vaney**, présentée par M. Alfred Giard.

« Au cours de la campagne du *Caudan*, dans le golfe de Gascogne, M. le professeur R. Kœhler a rencontré, sur des branches de *Lophohelia prolifera* Pallas, de nombreuses colonies de *Rhabdopleura Normani* Allm. Ce sont ces matériaux, mis obligeamment à notre disposition et, pour la plupart, dans un état de parfaite fixation, qui nous ont permis de reprendre toute l'étude de l'anatomie et du bourgeonnement de cette curieuse espèce. Malgré les recherches d'Allman, Sars, Ray-Lankester et Fowler, l'anatomie n'en est qu'imparfaitement connue et Fowler, qui en précise les affinités, reconnaît n'avoir eu en main que des matériaux d'une conservation imparfaite.

» La paroi du corps de l'animal présente une cuticule, surtout bien visible chez les formes en dégénérescence. Le pédoncule s'insère tout à fait en avant, en un point d'où

divergent le corps proprement dit, l'épistome et les deux bras. Les fibres musculaires de ce pédoncule se prolongent dans les bras et dans l'épistome.

» L'épistome présente de grosses taches pigmentaires dont le groupement en un point a fait considérer cette région comme pourvue d'un organe visuel; cette hypothèse ne peut être admise, la disposition et le nombre des taches pigmentaires variant avec les individus.

» Le tube digestif présente la disposition et les caractères observés par Ray-Lankester. En ce qui concerne les organes génitaux, cet auteur a signalé un testicule dont l'existence a été depuis niée par Fowler. Nous avons retrouvé cet organe dans un grand nombre d'exemplaires; il a exactement la forme allongée figurée par Ray-Lankester, mais nous n'avons pas constaté l'existence d'un pore génital mâle. Nous avons pu observer la spermatogenèse; toutefois, les spermatozoïdes de nos échantillons n'ont pas tout à fait la forme représentée par ce savant : ces spermatozoïdes sont de petits bâtonnets légèrement effilés à une extrémité. Le testicule lui-même provient d'une différenciation de l'extrémité antérieure du pédoncule; celle-ci se produit sur une longueur presque égale à celle du corps de l'animal; la portion axiale de cet organe seule se différencie et elle est entourée par une membrane d'enveloppe formée de la portion périphérique du pédoncule. Quant à l'ovaire, il était totalement inconnu. Nous avons rencontré sur de nombreux individus et à la base du pédoncule des ovules en voie de développement; ceux-ci se forment aussi aux dépens de la portion axiale du pédoncule, mais à l'extrémité opposée à celle où se développe le testicule. En ce qui concerne la sexualité, il paraît y avoir un hermaphroditisme successif avec protogynie; les individus pourvus d'un testicule bien développé sont en dégénérescence.

» L'espace compris entre la paroi du corps et l'intestin est occupé par un tissu formé de travées cellulaires; ce tissu se continue sans aucune interruption dans l'épistome et les bras; les subdivisions indiquées par Fowler n'existent pas. Tout l'espace ainsi occupé par ce tissu a été considéré comme la cavité générale : une semblable homologation ne peut être admise surtout chez un être aussi aberrant et seule la connaissance de son développement embryonnaire pourra permettre de résoudre cette question; mais nous pensons, qu'en l'état actuel il n'y a pas lieu de baser, sur ce caractère, les affinités du *Rhabdopleura*. Nous avons vainement cherché les canaux excréteurs et les pores collaires signalés par Fowler et représentés par cet auteur dans des coupes histologiques schématiques.

« Un dernier point important nous reste à examiner, c'est celui de la présence d'un organe identifié par Fowler à une notochorde et qui a conduit cet auteur à réunir cette espèce dans le groupe des Hémichordés, avec le *Balanoglossus* et le *Cephalodiscus*. Nous avons été assez heureux pour retrouver, tant sur des individus *in toto* que sur des coupes en série, l'organe décrit comme chorde dorsale, mais il n'existe pas sur tous nos échantillons. Nous avons pu constater que cette prétendue chorde n'était autre chose que l'extrémité antérieure du pédoncule; celle-ci va donner naissance au testicule et elle offre au cours de sa transformation une structure identique à celle signalée par Fowler pour la notochorde.

» En résumé, de cette étude anatomique du *Rhabdopleura Normani* Allm. résultent les conclusions principales suivantes :

» 1° Le testicule et l'ovaire proviennent de différenciations des deux extrémités du pédoncule ;

» 2° L'espace compris entre la paroi du corps et les organes internes est occupé par un tissu conjonctif trabéculaire; il n'est pas subdivisé par des septums et, en l'état actuel, il ne peut pas être homologué à une cavité générale ;

» 3° Il n'y a pas de notochorde.

» Dans une Note ultérieure, nous nous proposons d'examiner en détail le bourgeonnement et les affinités de cet animal. »

ZOOLOGIE. — *Sur la cause des colorations changeantes des téguments.* Note de M. le Dr **H. Mandoul**, présentée par M. Alfred Giard.

« Certaines couleurs, telles que les irisations des coquilles, des écailles des Poissons, des ailes des Insectes, les teintes chatoyantes et les reflets métalliques des Insectes, des plumes des Oiseaux, se distinguent par leur éclat et leur variabilité. Des opinions diverses ont été émises sur le mécanisme de leur production. Les uns (Gadow, Krukenberg) les attribuent à des phénomènes de dispersion (par les prismes ou les réseaux); Brücke les considère comme dus à des phénomènes de lames minces. Aucun n'a donné la preuve de son assertion. J'ai pu me convaincre, par l'étude de ces colorations à l'aide de moyens rigoureux d'investigation, que c'est aux phénomènes d'interférence par les lames minces qu'elles doivent être rattachées.

» L'aspect de ces colorations (poils de l'*Aphrodite aculeata*, coquille d'*Haliotis tuberculata*, aile de *Morpho Cypris;* plumes de la gorge du Pigeon, du Sifilet, du Rubis-topaze, du Douinale confère, du Couroucou resplendissant, du Paon, etc.) rappelle celui des couleurs des lames minces de Newton d'ordre plus ou moins élevé, c'est-à-dire correspondant à des *épaisseurs de lame plus ou moins grandes*. L'observation directe montre, en outre, que ces teintes changent avec l'incidence, fait bien connu pour les couleurs des lames minces.

» La comparaison des spectres de ces colorations et des spectres donnés par les teintes des lames minces permet d'établir entre elles un nouveau rapprochement. (Méthode des spectres cannelés de Fizeau et Foucault.)

» D'ailleurs, ces couleurs ne montrent pas de dichroïsme véritable (examen à la loupe dychroscopique d'Heidinger), sauf, peut-être, celles de certains Coléoptères. On ne peut extraire de pigments ayant ce caractère, et, enfin, la teinte disparaît à la lumière transmise.

» L'examen microscopique des téguments montre que l'on a affaire, dans tous ces cas, à une structure lamelleuse (les lames ayant des dimensions de l'ordre de la longueur d'onde) : lamelles de la couche nacrée des coquilles ; cuticule mince des Vers, des Insectes, des barbules de plumes ; lames de guanine et de guanate de chaux (Poissons, Amphibiens). La couleur des lames dépend de leur nature, de leur épaisseur et de l'incidence sous laquelle on les examine. La présence d'un écran pigmentaire noir, sous-jacent, est une condition favorable à la manifestation de ces colorations. Je n'ai jamais trouvé, dans tous ces cas, une vraie structure réticulée (réseau physique) permettant la production du phénomène des réseaux, comme certains auteurs l'ont avancé. Ce phénomène nécessite, en effet, un système de stries *très régulières, très fines,* et dont les dimensions et l'écartement soient de l'ordre de la longueur d'onde (50, 100, 200, 300 stries par millimètre).

» La distribution de la coloration à la surface du corps apparaît souvent comme étant déterminée par les rapports que les diverses régions présentent avec le milieu. C'est ainsi que, chez les Oiseaux, les couleurs de structure se localisent de préférence sur les plumes de revêtement (gorge, cou, tête). La fonction de ces plumes leur permet, en effet, de présenter une structure éminemment favorable à la production de ces couleurs (élargissement de la barbule, disparition des crochets, lame cuticulaire mince et écran pigmentaire sous-jacent bien développé). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur un nouveau procédé pour la destruction de la pyrale et d'autres insectes nuisibles.* Note de MM. **Vermorel** et **Gastine**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Malgré l'application généralisée de l'ébouillantage, les ravages de la pyrale se sont notablement étendus, cette année, dans le Beaujolais. Il est manifeste que la méthode de Raclet est insuffisante ou incertaine dans ses effets, par suite des difficultés d'application.

» En présence de cette insuffisance, nous avons organisé, à la Station viticole de Villefranche, une série d'expériences, en vue de détruire cet insecte pendant la période même de ses ravages.

» Les pulvérisations avec des liquides insecticides, solutions ou émulsions savonneuses de pyrèthre, de nicotine, de pétrole, de poisons végétaux divers, de sulfure de carbone, sels de cuivre, etc., dont l'énumération serait trop longue à fournir, ne nous ont donné aucun résultat. Protégées par les toiles qu'elles tissent entre les feuilles, en repliant ces dernières, les pyrales sont parfaitement à l'abri des liquides les plus pénétrants.

» Abandonnant cette voie, nous avons eu recours aux gaz et aux vapeurs toxiques : gaz cyanhydrique, sulfureux; hydrogène sulfuré; vapeurs de nicotine, de sulfure de carbone, etc., en opérant sous des cloches coniques en métal dont nous recouvrions les souches en obturant la base des cloches, reposant sur le sol, par un peu de terre ramenée sur leurs parois. A l'intérieur des cloches on dégageait des doses croissantes de ces gaz ou vapeurs; on faisait varier le temps de leur contact en observant les effets sur les pyrales et sur la vigne.

» Le gaz cyanhydrique attaque violemment la végétation, même à doses minimes, sans tuer toutes les pyrales. Le gaz sulfureux détruit bien la pyrale, mais aussi les feuilles des vignes. La nicotine affecte la vigne, tout en n'offrant qu'une action insuffisante sur la pyrale. Le sulfure de carbone est dans le même cas : de forts dosages sont nécessaires pour atteindre la pyrale; mais, dans ce cas, les feuilles de la vigne sont tuées et se dessèchent. De plus, un grand nombre des pyrales, paraissant mortes après l'opération, ne sont qu'anesthésiées et se rétablissent en quelques heures. Le chloroforme offre les mêmes inconvénients encore aggravés. L'hydrogène sulfuré agit beaucoup mieux; à la dose de 5 à 7 pour 100 en volume dans l'atmosphère de la cloche, la vigne ne souffre pas pour des expositions d'une durée d'une demi-heure; beaucoup de pyrales sont empoisonnées. L'action insecticide reste toutefois insuffisante, car elle épargne les pyrales les mieux renfermées dans leurs toiles. Ces procédés chimiques, même combinés entre eux, n'offrent pas, en résumé, une solution satisfaisante.

» Nous avons eu recours alors à un procédé entièrement nouveau : l'action de la chaleur, que des expériences de laboratoire, effectuées par M. le Dr Dewitz, à la Station viticole de Villefranche, nous avaient démontré très efficaces contre nombre d'insectes. Les pyrales, exposées à une température de 48° à 50°, meurent au bout de 3 à 4 minutes. Elles sont tuées bien au-dessous de ces températures, à 45°C., si l'exposition dure plus longtemps, 10 minutes. Vers 40°C. elles s'agitent désespérément et sortent de leur retraite, ce qui assure mieux l'effet de la température destructive. Enfin, point capital, les organes foliacés de la vigne résistent à la température de 50°C., à la condition qu'elle soit maintenue peu de temps.

» Cet *étuvage* à *température* et à *durée limitée* constitue notre procédé de destruction de la pyrale. Il est applicable à la *cochylis,* qui se comporte comme la pyrale. Pour d'autres insectes, il y a lieu de fixer par des recherches complémentaires les températures limites convenables; mais le procédé peut d'ores et déjà être considéré comme général et applicable aux parasites des plantes agricoles et horticoles. Pour un insecte aussi bien protégé que la pyrale, le problème particulièrement délicat était d'atteindre sûrement le parasite en respectant la végétation.

» Les appareils dont nous nous sommes servis sont les mêmes cloches coniques en métal plus haut signalées. Nous avons employé la vapeur d'eau produite par ces chaudières portatives que possèdent tous nos vignerons.

» Cette vapeur est tout d'abord amenée, par un tube flexible, dans une boîte circulaire très aplatie, sorte de plateau discoïde à doubles parois écartées l'une de l'autre

de 1^{cm}. La paroi supérieure est percée circulairement de petits trous pour la sortie de la vapeur. Ce plateau est échancré, suivant l'un de ses rayons, afin qu'on puisse le placer au-dessous de la souche dont le tronc vient occuper l'échancrure vers le centre du disque. On place la cloche conique sur ce disque creux, puis on injecte la vapeur d'eau et l'on observe un thermomètre placé au sommet de la cloche.

» Lorsque la température arrive à 50°-52° *au maximum*, on arrête la vapeur. On laisse la cloche en place pendant 4 à 5 minutes, puis on la retire aussitôt ce laps de temps écoulé.

» Les pyrales surprises par la chaleur, qui se répartit assez vite et assez uniformément dans la cloche, sortent de leurs nids et viennent en se débattant tomber sur le disque distributeur de vapeur. Elles sont instantanément détruites par la température de 100° C. qui règne sur ce disque. Celles qui, au cours de leur chute, sont demeurées sur les feuilles ou qui n'ont pu sortir de leurs abris, sont échaudées sur place. Dans des vignes fortement pyralées, c'est par centaines sur chaque souche et principalement sur le plateau que l'on peut recueillir les pyrales brûlées vives, tordues et enroulées sur elles-mêmes.

» Si l'on dépasse la température limite ou le temps utile pour réaliser ces effets, on peut brûler les pousses tendres de la vigne, qui brunissent immédiatement. C'est un dommage peu appréciable qui correspond à un rognage ou pinçage. Ces brûlures sont surtout produites par le contact du sommet de la cloche.

» Employé avec les soins convenables, ce procédé est radical contre l'insecte et inoffensif pour les vignes. Dans la pratique, l'observation du thermomètre est remplacée par l'emploi plus facile et plus sûr d'un avertisseur thermique qui signale à la vue et à l'ouïe le moment où il faut supprimer l'injection de la vapeur. Avec une chaudière suffisante pour alimenter simultanément plusieurs cloches d'étuvage, on arrive, à l'aide d'une petite équipe de deux à trois personnes, à conduire ce travail d'étuvage d'une manière rapide et économique.

» En hiver, nous nous proposons d'employer le même système d'étuvage, mais alors à haute température, 100° C., pour remplacer l'ébouillantage suivant la méthode de Raclet. Le plateau distributeur de vapeur est remplacé par un tube circulaire disposé à la base intérieure de la cloche d'étuvage. Nous comptons atteindre ainsi bien plus sûrement la température de 90° nécessaire pour détruire les larves dormantes de la pyrale, et surtout éviter les manques qui se produisent forcément avec l'ébouillantage.

» Nous croyons devoir attirer l'attention sur l'emploi de ces nouvelles méthodes purement physiques, qui semblent offrir un grand intérêt, non seulement contre la pyrale et la *cochylis* de la vigne, mais encore contre l'*eudemis* et nombre de parasites des plantes cultivées. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de l'étage aptien dans le sud-est de l'Afrique.* Note de M. W. Kilian, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Au commencement de cette année, M. le professeur Gottsche, conservateur du Musée d'Histoire naturelle de Hambourg, voulut bien, sur ma

demande, me confier quelques échantillons de fossiles crétacés recueillis en 1899 par M. Ackermann aux environs de la baie de Delagoa, sur la côte orientale de l'Afrique du Sud. L'étude de ces matériaux m'a permis de reconnaître une faunule *aptienne* nettement caractérisée dont la présence dans l'Afrique australe me semble assez intéressante pour être signalée dans une note préliminaire.

Voici la liste des fossiles que contiennent les récoltes de M. Ackermann :

» 1. *Acanthoceras* (*Parahoplites*) *Abichi* Anth. sp. var. *africana* Kilian, forme intermédiaire entre *Ac. Abichi* Anth. sp. et *Ac. Martini* d'Orb. sp.

» 2. *Acanthoceras* (*Parahoplites*) *Martini* d'Orb. sp. var. *Gottschei* Kilian; assez abondante. Cette forme, qui peut-être constitue une espèce distincte, diffère du type de *Ac. Martini* par une série de caractères secondaires.

» 3. *Acanthoceras Albrechti Austriæ* Uhlig. Un échantillon typique, conforme aux figures et aux échantillons des Karpathes et du Bedoulien des Basses-Alpes.

» 4. *Appelia Nisus* d'Orb. sp. Un échantillon très net.

» 5. *Ancyloceras* sp. Gros fragment de spire qui, par ses cloisons très bien conservées et par son ornementation, se rattache au groupe de *Ancyl. Hilli* Sow. (= *Bowerbanki* Sow.), mais que son état incomplet empêche de déterminer spécifiquement.

» 6. *Ancyloceras* sp.; cette forme, qui existe aussi dans l'*Aptien de Lieoux* (Basses-Alpes), sera décrite sous le nom d'*Ancyloceras Ackermanni* n. sp. Cette espèce se rattache au groupe aptien de *Ancyloceras* (*Ammonitoceras*) *Uceliae* Dumas.

» 7. *Hamites Royerianus* d'Orb. Fragments très nets.

» 8. Gastropodes. Moules peu déterminables.

» 9. Pélécypodes divers des genres *Ostrea, Anomia, Pinna, Cardium*, etc. J'y ai reconnu *Anomia lævigata* Sow. et *Pinna* sp. *Robinaldina* d'Orb., formes du Crétacé inférieur.

» 10. *Teredo* sp. Nombreux moules de cavités creusées par des tarets.

» 11. *Bois fossile* abondant, dont un morceau criblé de perforations de *Teredo*.

» Le caractère de cette faune est nettement *aptien;* tous les Céphalopodes susmentionnés sont, en effet, soit des espèces qui se rencontrent à ce niveau en France, soit des formes très voisines qui caractérisent, chez nous, soit la zone à *Ancyloceras Matheroni* et *Acanthoceras Martini*, soit le Gargasien à *Oppelia nisus* et *Hoplites furcatus* (= *Dufrenoyi*).

» C'est la première fois, à ma connaissance, que l'on signale la présence de l'étage aptien dans l'Afrique australe.

» Il importe également d'attirer l'attention sur le cachet européen de cette faune aptienne du sud de l'Afrique, dont les principaux éléments, et en particulier les Ammonitidés, appartiennent non seulement à des espèces, mais, quelques-unes même, à des variétés qui se rencontrent en France, tandis que le cachet faunique de la *formation* néocomienne *d'Uitenhage* décrite par Krauss, Sharpe, Neumayr et Holub de la même région, s'éloigne

beaucoup, au point de vue paléontologique, de celui des dépôts néocomiens de même âge de l'Europe. Cette *remarquable uniformité de la faune aptienne* a été déjà remarquée dans des régions fort éloignées les unes des autres; elle s'observe (¹) non seulement pour le sud-est et le nord de la France, mais aussi pour l'Angleterre, le Hanovre (Alaus), la Russie (Saratow); on connaît, en outre, l'aptien à Céphalopodes dans le Caucase, dans l'Hindoustan, à Ukruhill (Kutsch), où les couches à *Acanthoceras Martini* sont connues depuis longtemps, dans le Daghestan, en Perse, sur la frontière du Louristan (*Ac. Martini*), et au nord d'Ispahan (MM. Douvillé et de Morgan), etc.; en Afrique, il existe en quelques points de l'Algérie, au pays des Somalis (faune décrite par M. Mayer-Eymar), dans l'Afrique orientale allemande (MM. Bernhardt et G. Müller), à Mombaz (*Ostrea aquila*, *O. macroptera*), et à Madagascar (où *Ac. Martini* a été signalé d'après M. de Grossouvre).

» Le contraste entre les faunes de Céphalopodes des régions mésogéennes et celles des autres contrées s'atténue donc momentanément d'une façon frappante à l'époque aptienne; en même temps qu'à cet étage correspond, dans beaucoup de régions, une transgressivité; cette transgression paraît s'étendre jusqu'au Texas, où les *Sables de Trinity*, formant la base de la série crétacée marine, ont fourni *Hoplites furcatus* Sow. (*Dufrenoyi* d'Orb.) bien reconnaissable, que j'ai récemment pu déterminer et étudier, grâce à l'obligeance de M. le professeur Frech, dans les collections de l'Université de Breslau. Cette distribution cosmopolite de quelques Ammonites caractéristiques rappelle ce qui s'est passé pour le Callovien, et conduit à conclure, après MM. Suess et Haug, que l'époque aptienne paraît avoir correspondu à une période de transgression facilitant l'échange des éléments fauniques entre les divers géosynclinaux et préludant à celles plus importantes encore de l'Albien et du Cénomanien. Quant à la nature clastique et littorale des grès aptiens de Delagoa-Bay, elle ne fait que con-

---

(¹) Si l'on fait abstraction d'un petit nombre d'espèces mésogéennes dérivant des formes barrémiennes de la région méditerranéenne, telles que *Phylloceras Guettardi* d'Orb. sp., *Phyll. Goreti* Kil., *Tetragonites Duvali* d'Orb., *Puzosia Emerici* d'Orb. et formes voisines qui, dans certaines parties à facies vaseux du sud-est de la France (notre *type colonial* de l'aptien supérieur) et d'Algérie (Djebel Chenioun) se montrent au sommet de l'étage *localement* associées aux types aptiens habituels, l'aptien à Céphalopodes, et surtout l'aptien inférieur, conserve partout les mêmes caractères paléontologiques, et se trouve toujours caractérisé par les mêmes groupes d'espèces, du reste peu nombreux (groupe d'*Acanthoceras Martini*; groupe de *Hoplites Deshayesi*; groupe de *Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*); groupe d'*Ancyloceras Matheroni*, etc.); on le retrouve en Amérique, à Bogota (*Acanth. Martini*) et au détroit de Magellan avec *Ancyloc. Matheroni*.

firmer la conclusion précédente et permet de voir dans ces assises les traces d'un retour offensif de la mer sur le bord occidental du continent africano-brésilien. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éruption volcanique du 8 mai à la Martinique.* Note de M. THIERRY, présentée par M. de Lapparent.

« Le 8 mai, dès le matin, je me trouvais dans la région du Morne Rouge, à 3^{km} environ du cratère à vol d'oiseau. Rien ne gênait la vue; l'air était profondément pur, à la suite d'un orage épouvantable qui avait eu lieu pendant la nuit.

» La colonne de fumée du volcan se découpait nettement, et c'était un spectacle merveilleux à voir, d'autant plus que ce matin-là la fumée n'avait pas son aspect accoutumé. Habituellement la fumée sortait sous la forme de nuages plus ou moins gris, tandis que, le matin du 8, elle était tout à fait blanche, quoique épaisse et comme argentée, avec des sillons couleur vieil argent qui faisaient ressortir davantage encore la blancheur et l'opacité du nuage. C'était comme un immense chou-fleur sortant du gouffre et s'élevant dans l'air.

» Cette sorte de fumée m'a, depuis, paru caractéristique des grosses éruptions. Je l'ai revue le 20 mai, du Gros Morne où je me trouvais, et, le 26 mai, du Morne Rouge où j'étais revenu pour quelques instants; or le 20 et le 26 nous avons eu des éruptions terribles.

» En regardant la montagne, je vis d'abord, sur la coulée de la Rivière Blanche, toute une série de colonnes de fumée allant du sommet de la montagne à la mer et qui paraissaient sortir d'autant de petits cratères. Ces colonnes de fumée provenaient sans doute d'un écoulement de boue chaude survenu pendant la nuit et qui aurait suivi la même voie que celui qui, trois jours avant, avait englouti l'usine Guérin.

» On avait tellement raconté partout que la montagne s'ouvrait de toutes parts et que de nouveaux cratères se formaient en divers points, que ma première impression, en voyant cette série de colonnes de fumée, fut que la vallée de la Rivière Blanche n'était plus qu'une suite de cratères.

» Je comptai ces colonnes de fumée et j'en notai très distinctement 6, avant d'arriver au vrai cratère, sur lequel je venais seulement de fixer les yeux pour compter 7, lorsque je vis une gerbe de rochers sortir du cratère, projetés à une hauteur approximative de 50^{m} à 100^{m} au-dessus de la crête de la montagne et prendre, en retombant, la direction du bord de la mer du côté de Saint-Pierre, enjambant la crête de la colline qui sépare la vallée de la Rivière Blanche de la vallée de Saint-Pierre.

» En même temps un bruit formidable se fit entendre, et, sur les côtés de la gerbe ou de la fusée dont je ne pouvais plus voir le centre qu'emplissait une fumée épaisse, je vis encore d'énormes rochers qui, suivant toujours la même direction, filaient sur Saint-Pierre avec une vitesse énorme, laissant derrière eux une sorte de traînée qui se profilait en noir sur la blancheur extérieure du nuage.

» Terrifié, je sortis dans la rue et j'allai ainsi pendant 100^{m} environ, quand je vis,

par un intervalle entre deux maisons et à une distance qui me parut fort rapprochée, un énorme nuage gris roux, descendant jusqu'à terre, qui s'avançait sur nous comme une muraille et tellement sillonné d'éclairs que ces éclairs formaient comme un réseau ininterrompu à mailles serrées. Comme bien vous vous l'expliquez, ma curiosité céda à l'instinct de conservation, et je fis volte-face pour aller du côté de ma maison et rejoindre les miens.

» En cours de route, après 100^m de cette marche très accélérée, en passant devant la gendarmerie, je regardai le cratère; il fumait toujours, comme à l'ordinaire, mais ne projetait plus rien. Immédiatement au-dessous du cratère la montagne s'éclaircissait. Aussi j'estime que la projection de la trombe meurtrière n'a pas duré plus de 2 à 3 minutes, si même elle a duré ce temps-là, et non pas un quart d'heure, comme on l'a dit.

» En somme, il n'y a eu ni feu proprement dit, ni lave incandescente projetée le 8 mai; il y a eu, d'après ce que j'ai vu, une quantité énorme de rochers incandescents qui sont partis comme la décharge d'un canon.

» En ce qui concerne les transformations de l'île, les affaissements de 2000^m à 3000^m signalés au large du Prêcheur ne paraissent pas s'être produits. On a dit aussi que la crête de la montagne s'était affaissée et que l'ensemble avait diminué de 300^m au moins de hauteur. Je ne le crois pas, car les anciens points culminants, en particulier le Morne, la Croix, se voient encore des mêmes points d'observation. Mais le sommet de la montagne a entièrement changé de forme, par suite de l'accumulation des cendres et des pierres autour du cratère en activité. Au lieu d'être terminée par un pic, la montagne présente maintenant, au sommet, la forme en entonnoir classique, ébréché du côté de Saint-Pierre.

» D'autre part, un second cratère s'est formé au-dessus de l'Ajoupa-Bouillon, au lieu dit *le Trianon*. Ce nouveau cratère a déjà plus de 100^m de long et 50^m de large; ces jours derniers, il fumait comme le cratère principal au début de l'éruption.

» Je ne pense pas que quelqu'un se soit trouvé mieux placé que moi pour observer les phénomènes du 8 mai, surtout ayant, au moment exact, les yeux fixés sur le cratère. Les quelques rares blessés restants se trouvaient sur les confins de la zone meurtrière et ne peuvent fournir de renseignements détaillés, tant ils ont été terrifiés et tant le coup a été subit : un grand bruit, des nuages, du feu, c'est tout ce qu'ils ont vu et entendu. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 15 JUILLET 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Schiaparelli*, comme Associé étranger, en remplacement de M. Nordenskiöld.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bouvier*, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. Filhol.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bouvier** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire : observations suggérées par le cinquième et le sixième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris;* par MM. **Lœwy** et **P. Puiseux**.

« En étudiant les parties de notre satellite qui sont voisines du bord, les sélénographes ont trouvé de grandes difficultés à y définir des objets nets,

susceptibles de mesures précises et d'une identification certaine. Il en est résulté dans les Cartes et dans les descriptions des lacunes signalées par les auteurs eux-mêmes. L'origine de ces difficultés réside à peu près uniquement dans un éclat excessif, qui noie tous les objets dans une blancheur confuse et supprime la perception des faibles différences de teinte. Le même effet se produit dans les images photographiques, quand on adopte pour les régions du bord le temps de pose reconnu nécessaire pour donner une image du terminateur. On peut, dans une certaine mesure, considérer cette absence de détails dans les parties claires comme favorable à l'effet artistique d'une image d'ensemble. Mais, si l'on veut condenser dans une même feuille la plus grande somme possible de renseignements, on doit viser à obtenir une représentation uniformément détaillée. Nous avons en conséquence adopté, aussi bien pour les agrandissements que pour les clichés directs, des dispositions qui font varier la durée de la pose suivant l'intensité lumineuse. On arrive ainsi à des images riches en détails jusque vers les bords, et l'on conserve des linéaments précis à des objets rarement accessibles à l'observation oculaire.

» Cette manière d'opérer s'imposait, en particulier, pour la planche XXX de notre Atlas, qui conduit, en suivant le bord oriental, du pôle Sud à la mer des Humeurs et à Gassendi. Nous y remarquons, à la limite de la partie visible, les excroissances des monts Dörfel, attestant l'énergie des forces qui ont déformé la calotte australe. La mer des Humeurs manifeste la disposition concentrique, déjà reconnue et commentée, d'une série de veines saillantes et d'une série de crevasses ouvertes. De même que la région de Gutenberg dans l'hémisphère opposé, cette zone offre un certain nombre de plaines déprimées, à la fois très sombres et très unies, ce qui a fait penser à Mädler qu'il s'y produisait une réflexion spéculaire. Nous croyons que cette manière de voir doit être abandonnée, et que ces deux caractères associés sont l'un et l'autre la conséquence d'une solidification récente.

» Revenant avec la planche XXXI à l'hémisphère ouest, nous reconnaissons que la mer du Nectar, circulaire à première vue, s'encadre dans des cassures rectilignes qui dessinent un parallélogramme. La partie centrale et déprimée se divise en zones bien distinctes. Allant de l'extérieur au centre, on trouve d'abord une terrasse d'altitude intermédiaire formant un socle continental, puis une ceinture de taches sombres indiquant les bassins les plus profonds. Le premier trait, commun aux mers du Nectar, des Crises et des Humeurs, manque à la plupart des autres. Il semble que, sur les mers lunaires comme sur les mers terrestres, la disposition des

fosses océaniques en ceinture est en règle, mais que l'existence d'un socle continental n'a rien de nécessaire. Nombreux sont les exemples de cirques contrariés dans leur développement par un obstacle extérieur, de similitudes de plan entre les enceintes polygonales d'une même région. Le retour fréquent de ces deux faits est une très forte raison pour regarder la limite des cirques comme déterminée par la résistance interne de la croûte plutôt que par un projectile venu du dehors. La même conséquence se tire de la distribution des petits cirques, et de leur préférence constante pour les lignes en relief.

» On observe, du reste, une tendance analogue dans les formations plus vastes. Ainsi la planche XXXII, extraite du même cliché que la précédente, fournit bien des exemples d'arêtes venant s'appuyer extérieurement sur une enceinte et alignées sur son centre. Cette feuille a été pour nous l'occasion d'étudier avec quelque détail les apparences successives d'une même tache, depuis le lever jusqu'au coucher du Soleil. Notre examen a porté sur un plateau bien limité, de forme ovale, voisin de Vitruve A et mesurant à peu près 270^{km} de superficie. Très sombre au début par rapport à la plaine voisine, ce plateau se confond avec elle sous une illumination méridienne, et se remontre ensuite sous forme de tache claire de plus en plus apparente. Les contours de ce plateau restent d'ailleurs invariables; aucune ombre ne s'y forme et son inclinaison générale ne peut être que très faible. Il est donc difficile d'échapper à cette conséquence qu'un changement périodique s'accomplit ici sous l'influence des rayons solaires.

» Ramenés avec la planche XXXIII à la partie centrale et à l'hémisphère oriental, nous retrouvons les réseaux de traits rectilignes, soit en creux, soit en relief, que cette même région avait montrés sous l'éclairement opposé. Aux deux directions ainsi associées correspondent, dans les cirques polygonaux voisins, des côtés d'orientation concordante. Des taches sombres et des auréoles claires apparaissent à des distances du terminateur où l'observation oculaire semble incapable de les montrer. De nouveaux exemples viennent confirmer que, sur le trajet des traînées divergentes, les arrêts brusques et les lacunes se produisent à la rencontre de bassins déprimés, et les recrudescences à la traversée des montagnes.

» La planche suivante (XXXIV) doit un aspect particulièrement attrayant au contraste de plaines sombres et de montagnes très hautes et très photogéniques. Le groupe des Apennins, placé ici en pleine lumière est, de tous les massifs saillants de la Lune, le mieux délimité et le moins

dégradé par des formations éruptives. Aussi y reconnaît-on avec facilité la division en compartiments rectangulaires, déjà visible avant la pleine Lune. La manière dont s'effectue la transition de la région montagneuse à la plaine est ici particulièrement intéressante à étudier. On voit qu'il n'y a nulle part accumulation de plis concentriques sur la limite des mers, pas davantage entassement de dépôts sur leurs bords, mais au contraire rupture et disjonction des parties périphériques du plateau. Ces fragments, dénivelés par un mouvement de bascule, sont ensuite entraînés en plaine. Après un charriage de 30^{km} à 50^{km}, ils montrent encore une correspondance visible avec les échancrures de la bordure montagneuse dont ils ont fait partie, en sorte que l'on ne saurait guère conserver de doute au sujet de leur origine.

» Avec la dernière feuille (*Pl. XXXV*), nous atteignons la calotte boréale, que la libration présente sous un angle exceptionnellement favorable. Nous devons à cette circonstance de pouvoir ajouter un nom, celui d'Endymion, à la liste peu nombreuse des cirques dont le fond plat se divise en bandes parallèles d'inégale luminosité. Aristote présente non moins bien à l'étude ses sillons divergents, qu'un examen attentif porte à considérer comme des produits volcaniques et non comme des travaux d'érosion.

» L'ensemble des documents que nous venons de passer en revue tend, à ce qu'il nous semble, à élargir les notions reçues au sujet des déformations possibles d'une écorce planétaire. Tout en considérant le refroidissement séculaire comme le facteur principal du relief, on doit admettre qu'il peut se traduire, suivant les cas, par des effets très différents.

» Nous constatons, en effet, que les plissements superficiels, si étendus et si multipliés sur le globe terrestre, n'ont sur la Lune qu'un rôle effacé. D'un pôle à l'autre, ce sont les étirements, les dislocations que l'on y voit prédominer.

» La raison de cette différence peut être pressentie si l'on prend comme point de départ un remarquable travail publié il y a quelques années par M. C. Davison et dont les conclusions ont obtenu l'assentiment de la plupart des géologues. Nous admettrons avec eux que, pour un globe dont le refroidissement superficiel est achevé, la tendance au plissement est localisée dans une croûte relativement mince, limitée inférieurement par une couche de tension nulle. Au-dessous la tendance à l'étirement se

manifeste, passe par un maximum et va ensuite en s'atténuant vers le centre.

» Les données thermiques actuellement réunies pour le globe terrestre ont permis d'estimer à 8^{km} la profondeur de la couche de tension nulle, à 110^{km} celle de la couche d'étirement maximum. Ces nombres doivent, si aucune perturbation extérieure ne survient, croître comme la racine carrée du temps écoulé depuis la solidification superficielle.

» Les mesures de température du globe lunaire, si elles étaient possibles, conduiraient-elles à des chiffres analogues ? Il y a tout lieu d'en douter. Si, en effet, on suppose qu'une cause de refroidissement plus intense se fasse sentir au dehors, la couche où s'effectue la déperdition maximum de chaleur se trouve ramenée à la surface et la tendance au plissement sera entravée. Il faut, pour qu'elle renaisse, que la surface parvienne à un nouveau régime d'équilibre. Mais pendant longtemps encore les plissements seront localisés dans une écorce très mince, et totalement masqués par l'étirement des couches sous-jacentes.

» Il semble donc que le relief lunaire accuse un refroidissement superficiel plus rapide que celui qui serait dû à la déperdition du calorique interne. Or d'autres indices nous ont déjà conduits à admettre qu'à une époque reculée, postérieure cependant à la consolidation de la surface, la Lune a possédé une atmosphère d'une densité très appréciable, et que cette atmosphère a disparu par la suite. Cette disparition a eu pour conséquence nécessaire un abaissement de la température moyenne, abaissement général et indépendant de la radiation solaire. Nous pouvons nous faire une idée de cette chute par celle qui se réalise sur notre globe entre le niveau de la mer et les sommets des plus hautes montagnes.

» On peut entreprendre d'analyser plus complètement les conséquences d'une disparition présumée de l'atmosphère. Le refroidissement qui en résulte s'étendra, cela n'est pas douteux, au globe tout entier. Mais il sera très inégalement réparti suivant les latitudes. Nous savons, en effet, qu'à la limite supérieure de l'atmosphère la distinction des climats est presque effacée. La zone équatoriale de la Lune va se refroidir incomparablement plus que les calottes polaires, qui n'avaient déjà plus que peu de chaleur à dissiper dans l'espace. Elle va donc subir un étirement tendant à diminuer sa courbure et formera une zone affaissée. Il en résultera un écoulement, dans la direction de l'équateur, des masses liquides qui pouvaient exister encore à des latitudes plus hautes.

» Or la prédominance des mers dans les basses latitudes, la submersion partielle des massifs montagneux de la région équatoriale sont des faits connus de longue date et faciles à vérifier. D'autre part, les feuilles de notre Atlas indiquent en grand nombre des traces de courants superficiels dirigés, dans les deux hémisphères, des pôles vers l'équateur.

» La persistance et la généralité de ces traits doivent contribuer à nous faire regarder la raréfaction de l'atmosphère lunaire comme un phénomène relativement récent et qui n'a peut-être pas atteint son dernier terme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés d'un siliciure de vanadium.* Note de MM. **H. Moissan** et **Holt**.

« En dehors de l'acide vanadique et des vanadates, les composés du vanadium ont été peu étudiés jusqu'ici. L'un de nous a déjà indiqué l'existence d'un carbure de vanadium, de formule CV, préparé au four électrique [1]. Ce composé est stable, très dur et est attaqué facilement par l'acide nitrique.

» Nous avons pensé qu'il était utile de reprendre l'étude des composés du silicium et du vanadium. L'acide vanadique, duquel nous sommes partis, a été préparé soit par la méthode que nous avons indiquée précédemment, soit par décomposition au moyen d'une élévation de température du métavanadate pur. L'acide, après sa préparation, était refondu au moment même de l'expérience, dans une capsule de platine, pour le priver complètement d'eau. Nous devons rappeler que, à la haute température du four électrique, ce composé est très volatil ; aussi, dans un grand nombre de nos expériences, avons-nous préféré partir de l'oxyde V^2O^3, qui était obtenu par réduction de l'acide vanadique au rouge dans un courant d'hydrogène pur et sec.

» *Préparation du siliciure* VSi^2. — 1° Dans une série d'expériences préliminaires, nous avons chauffé, au four électrique, de l'acide vanadique avec des proportions variables de silicium. La masse fond avec rapidité, et, en étudiant ensuite les produits obtenus, on reconnaît facilement, par des trai-

---

(1) H. Moissan, *Préparation et propriétés du carbure de vanadium* (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1297).

tements avec une solution alcaline étendue, que l'on se trouve en présence de différents siliciures.

» Il se produit un équilibre variable avec la température et la présence d'un excès plus ou moins grand de silicium fondu. Pour arriver au composé VSi^2, nous avons chauffé un mélange d'oxyde vanadique, V^2O^3, avec un peu plus de cinq fois son poids de silicium pur et cristallisé. La réaction se produit selon l'égalité suivante :

$$2V^2O^3 + 11Si = 4VSi^2 + 3SiO^2.$$

» Dans ces conditions, il reste dans le bain en fusion un excès de silicium, et il ne se produit que le composé VSi^2 à l'état cristallisé.

» Ces expériences avaient été faites avec un courant de 600 ampères sous 50 volts. La chauffe, qui durait de 4 à 5 minutes, était assez difficile à conduire, à cause de la grande volatilité des composés du vanadium.

» Nous avons préféré ensuite employer un courant plus intense et chauffer moins longtemps. Dans une nouvelle série d'expériences, nous avons utilisé un courant de 1000 ampères sous 50 volts et nous n'avons chauffé que 2 minutes.

» Le culot métallique obtenu dans ces conditions est traité au bain-marie par une solution de potasse à 10 pour 100 jusqu'au moment où tout dégagement gazeux est terminé. Le dépôt cristallin est lavé ensuite par décantation, puis chauffé au bain-marie avec de l'acide azotique à 50 pour 100 ou de l'acide sulfurique concentré. Il est utile de renouveler le traitement par la potasse et par l'acide cinq ou six fois, afin que le siliciure soit tout à fait pur. Enfin, dans certaines opérations, on sépare quelques petites lamelles de graphite au moyen du bromoforme. Le graphite vient nager à la surface de ce liquide et peut être enlevé avec rapidité.

» 2° On peut encore préparer ce siliciure par la réduction d'un mélange de silicium et d'acide vanadique par du magnésium en poudre.

» Pour faire cette expérience on mélange 10^g d'anhydride vanadique, 10^g de silicium et $5^g,5$ de magnésium en poudre fine exempt d'huile et de fer. Ce mélange était allumé par le procédé de Goldschmidt en l'additionnant d'une petite quantité de magnésium et de peroxyde de baryum. Lorsque la réaction est bien conduite on trouve, au fond du creuset, une masse de siliciure parfaitement fondue, que l'on traite par l'acide azotique à 10 pour 100, d'abord à froid, puis à l'ébullition. Le produit cristallisé, séparé par lévigation, est chauffé ensuite au bain-marie avec une solu-

tion de potasse à 10 pour 100. Enfin, le résidu est lavé et séché, puis traité au bain de sable par de l'acide sulfurique concentré, pour attaquer quelques fragments de magnésie fondue. Ces traitements doivent être répétés jusqu'à ce que les réactifs ne produisent plus aucune décomposition.

» *Propriétés.* — Ce siliciure se présente sous forme de prismes brillants à aspect métallique. Il a une densité de 4,42, raye le verre, est fusible et volatil au four électrique.

» Ce siliciure, semblable en cela à de nombreux produits préparés au moyen du four électrique, possède une grande stabilité. Il est insoluble dans l'eau, la benzine, l'éther, l'alcool. Nous ne lui avons trouvé, comme véritable dissolvant, que le silicium en fusion, au milieu duquel il cristallise par refroidissement, ou le siliciure de cuivre fondu.

» Les solutions de potasse et d'ammoniaque, les acides nitrique, sulfurique, chlorhydrique sont sans action sur lui. Des mélanges, soit d'acides nitrique et chlorhydrique, soit d'acides nitrique et sulfurique ne l'attaquent pas. Au contraire, l'acide fluorhydrique, même étendu et froid, l'attaque immédiatement.

» A la température ordinaire, le siliciure de vanadium n'est pas attaqué par le fluor. Il faut même le porter au rouge pour que la décomposition se produise; il brûle alors avec incandescence, en fournissant un résidu brun verdâtre. Chauffé dans le chlore, la réaction se produit sans dégagement de lumière; elle fournit un liquide brun foncé qui se solidifie, à —38°, en une masse cristalline de couleur rouge. Ce liquide est immédiatement décomposé par l'eau, en donnant de la silice hydratée, une solution bleue d'oxyde de vanadium et de l'acide chlorhydrique. Ce sont les caractères d'un mélange de chlorure de silicium, $Si\,Cl^4$, et de chlorure de vanadium, VCl^4.

» Le brome attaque ce siliciure sans incandescence au rouge et fournit: un sublimé noir amorphe, du bromure VBr^3, un léger sublimé orange décomposable par l'eau et donnant les caractères du tribromure de vanadyle VO^2Br^3, et enfin un résidu jaunâtre qui reste dans la nacelle et qui possède les caractères du bromure de silicium Si^2Br^6.

» La vapeur d'iode fortement chauffée avec ce siliciure de vanadium ne produit qu'une attaque superficielle et sans incandescence.

» De même, l'oxygène, le soufre et l'hydrogène sulfuré ne produisent qu'une attaque très lente à la température de fusion du verre.

» Le siliciure de vanadium, chauffé dans un courant de gaz acide chlorhydrique, est attaqué sans incandescence et produit un liquide incolore bouillant à + 32°, qui est le silicichloroforme, un sublimé verdâtre qui fournit les réactions du chlorure VCl^2 et un résidu brun rouge très déliquescent, soluble dans l'eau et donnant les réactions du chlorure VCl^3.

» Quand on traite ce siliciure par de la potasse en fusion, il y a tout d'abord un vif dégagement de gaz et il se produit un mélange de silicate et de vanadate de potassium. Pour être complète l'attaque doit être assez longue. Si l'opération ne dure que quelques minutes, il se produit tout d'abord un résidu insoluble riche en acide vanadique. La soude donne des réactions identiques.

» Le gaz ammoniac à 1000° ne produit qu'une attaque superficielle.

» Les métaux en fusion se conduisent différemment au contact de ce siliciure, suivant qu'ils forment plus ou moins facilement des combinaisons soit avec le silicium, soit avec le vanadium. C'est ainsi que le cuivre fondu décompose complètement une petite quantité de ce siliciure en produisant du siliciure de cuivre et un alliage cuivre-vanadium. Au contraire, en présence de l'argent, il ne sera que partiellement décomposé, en fournissant du silicium et du vanadium que l'on peut ensuite retirer du culot d'argent métallique. Avec l'étain, la réaction serait identique.

» *Analyse.* — L'analyse assez délicate de ce composé ne nous a pas permis de doser le silicium et le vanadium dans le même échantillon.

» Pour doser le vanadium, on attaque un poids déterminé de siliciure par l'acide fluorhydrique pur à 5 pour 100. On filtre pour séparer le silicium insoluble, puis on évapore à sec, après addition d'une petite quantité d'acide nitrique pur. L'acide vanadique ainsi obtenu est fondu, puis pesé.

» Le dosage du silicium a été exécuté en attaquant un poids donné de siliciure par de la potasse en fusion. On reprend par l'eau, on additionne d'acide chlorhydrique et l'on évapore à sec. Cette opération doit être reprise trois fois. Enfin la silice est déterminée par la méthode ordinaire en évaporant à sec, et en reprenant par l'acide sulfurique étendu.

» Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie pour VSi^2.
Vanadium	47,98	48,25	48,30	47,80
Silicium combiné	51,75	51,60	52,02	52,20
Silicium libre	0,50	0,02	néant	»

ZOOLOGIE. — *Sur la coccidie trouvée dans le rein de la* Rana esculenta *et sur l'infection générale qu'elle produit.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« En 1854, Lieberkühn (¹) a signalé, dans le rein de grenouilles, l'existence de kystes dont le diamètre atteignait 670^{μ}, renfermant de nombreux corpuscules psorospermiques avec 3-4 germes falciformes; cette observation a été confirmée par Solger (cité par Bütschli, *Bronn's Tierreich*). Enfin, Labbé (²) a retrouvé cette coccidie chez une seule *Rana esculenta;* il se contente de dire que « les kystes pouvant atteindre jusqu'à 200^{μ} à 300^{μ} se trouvent dans le tissu conjonctif de l'enveloppe des reins de la grenouille, à côté des capsules surrénales »; chaque kyste donnerait naissance à un nombre illimité de sporocystes ovalaires avec, tantôt 2, tantôt 4 sporozoïtes.

» Labbé a créé, pour cette espèce, le genre *Hyaloklossia* (dont la diagnose est, en employant la terminologie actuelle : coccidie polysporocystée di- ou tétrazoïque; sporocystes ovalaires), et il a appelé l'espèce *Hyaloklossia Lieberkühni.* Disons de suite que les véritables ookystes de cette espèce n'ont jamais plus de 50^{μ} suivant leur grand axe et ne renferment que *deux sporocystes* avec, *toujours, quatre sporozoïtes.* C'est donc une coccidie disporocystée tétrazoïque, c'est-à-dire une *Isospora* Schneider (³) (= *Diplospora* Labbé), et elle doit s'appeler *Isospora Lieberkühni.* Le genre *Hyaloklossia*, créé à tort pour cette espèce, doit disparaître.

» Infections naturelles. — En mai et juin de cette année, les deux tiers environ des *Rana esculenta* petites et moyennes, pêchées à Garches et à Bellevue (Seine-et-Oise), avaient le rein parasité; les grosses grenouilles étaient toujours indemnes.

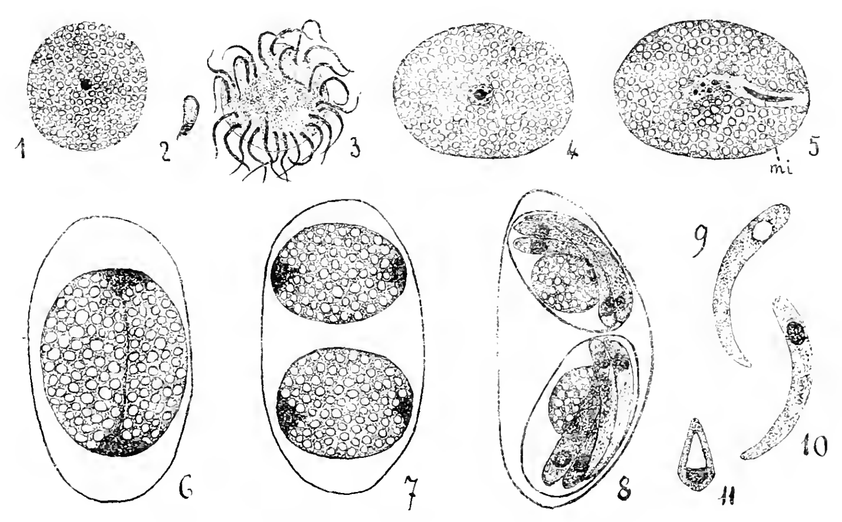
» Les plus jeunes stades que nous ayons observés dans les reins des grenouilles infectées naturellement étaient des macrogamètes de 20^{μ} de

(¹) Lieberkühn, *Müller's Archiv*, 1854, p. 1-24.

(²) Labbé, *Archives Zool. expérim.*, (3), t. IV, 1896, p. 535-536, p. 612 (*fig.* 7) et pl. XVIII (*fig.* 16-20).

(³) Cette acception du genre *Isospora* a été admise successivement par Laveran, Mesnil, Schaudinn, R. Blanchard.

diamètre, tels que ceux de la figure 1, et des *microgamétoblastes* constitués par une grosse masse protoplasmique avec, à sa surface, de nombreux noyaux. Ces noyaux s'allongent, et il se constitue des *microgamètes* dont la partie chromatique a 10^{μ}-12^{μ} de long et dont le protoplasme est représenté par une mince enclave axiale complètement entourée de chromatine (*fig.* 3). Ces éléments portent deux cils dont la longueur est environ le



Différentes formes de *Isospora Lieberkühni*. Gr. 1000^{D}.

double de celle du corps et qui sont probablement insérés tous les deux à l'extrémité antérieure.

» Les *macrogamètes* arrivent finalement à être des corps ovoïdes de 40^{μ} environ de long (*fig.* 4), dont souvent une face est presque plane ou même légèrement concave; ces corps sont bourrés de granulations rondes ou ovales de 2^{μ} environ de diamètre, extrêmement réfringentes. Ces granulations ne se teintent ni par l'acide osmique (en revanche le protoplasme qui entoure les granules noircit assez fortement), ni par l'éosine; dans les préparations montées dans le baume, on remarque souvent un petit grain central très réfringent qui se colore en rose par la safranine. Le noyau du macrogamète (*fig.* 4) arrondi renferme un karyosome central assez gros et de petits granules de chromatine périphériques.

» Ces divers stades se rencontrent, soit inclus dans l'épithélium canaliculaire, soit dans la lumière des canaux urinifères, parfois encore entourés des restes de la cellule hôte.

» La fécondation et toute l'évolution sporogonique ont lieu dans la lumière des canaux du rein.

» Le macrogamète qui se prépare à être fécondé subit des changements nucléaires; le noyau prend des contours irréguliers et émigre vers la périphérie de la cellule; son karyosome s'émiette et se dissout en partie dans le suc nucléaire. C'est donc un tel noyau que le microgamète pénètre; il se contracte d'abord (*mi*, *fig.* 5), puis se décompose en filaments chromatiques extrêmement ténus, semblables à ceux figurés par Siedlecki chez *Adelea ovata*. En même temps, le noyau fécondé envoie un prolongement qui atteint le pôle du macrogamète opposé à celui par où a eu lieu l'entrée du microgamète. Puis les chromatines mâle et femelle se mélangent intimement pendant que le noyau prend cette forme en fuseau si constante chez toutes les coccidies, à ce stade; de longs filaments chromatiques remplissent ce fuseau d'un bout à l'autre.

» C'est à cette période que le macrogamète s'entoure d'une mince membrane kystale. Il se produit ensuite une contraction du protoplasme; le fuseau nucléaire se désagrège, et toute la chromatine, passant entre les granules protoplasmiques, vient se réunir à un pôle de l'œuf. Puis cette masse nucléaire s'étire et l'on arrive à avoir deux noyaux situés aux pôles opposés de la sphère protoplasmique et réunis par un mince trabécule qui finit par se rompre (*fig.* 6). Chacun de ces deux noyaux se divise à son tour par le même processus, et l'on a alors une cellule avec quatre noyaux situés aux quatre sommets d'un carré inscrit à son intérieur. A ce moment se produit une constriction équatoriale et l'on arrive au stade avec 2 *sporoblastes* (*fig.* 7) ellipsoïdaux, chacun avec 2 noyaux aux pôles opposés.

» Ces sporoblastes, qui noircissent fortement par l'acide osmique, se transforment rapidement en *sporocystes*. Chaque noyau se divise en deux et devient le centre de formation de deux sporozoïtes qui s'allongent peu à peu et arrivent à se croiser avec les deux sporozoïtes du pôle opposé. Finalement, on a (*fig.* 8) des sporocystes ovoïdes ou fusiformes, de 25^{μ} à 30^{μ} de long, renfermant, à l'intérieur d'une membrane transparente, assez résistante, 4 sporozoïtes et, d'un même côté, un reliquat sphérique volumineux où l'on retrouve les granulations du macrogamète; dans les préparations fixées à un liquide osmique, ce sont les sporozoïtes qui deviennent sombres, le reliquat restant clair. Ces sporocystes dépriment la mince membrane du kyste, qui se rompt généralement.

» Les *sporozoïtes*, qui mesurent 25^{μ} de long, ont une extrémité antérieure arrondie renfermant le noyau (tache claire de la figure 9, tache colorée de la figure 10) et une extrémité postérieure plus mince et effilée. *Isospora Lieberkühni* est surtout voisine de *I.* (*Diplospora*) *Laverani* Hag., à membrane kystale mince et dont les sporocystes sont à pôles semblables.

» L'infection des reins de nos *Rana esculenta* était généralement très intense; mais, chez une grenouille déterminée, presque toutes les coccidies étaient au même stade ou à des stades voisins. Ainsi, certaines grenouilles

ne renfermaient que des stades allant de macrogamètes et microgamètes presque mûrs à des ookystes avec noyau en fuseau; chez d'autres, on allait de ce dernier stade à celui de formation des sporoblastes; chez d'autres encore, on observait uniquement des stades de transformation de sporoblastes en sporocystes; enfin, plus de la moitié des grenouilles parasitées renfermaient uniquement des sporocystes mûrs, sortis de l'enveloppe kystale.

» Lésions rénales. — Elles sont très nettes. Les parasites distendent les parois des canalicules, les rompent parfois, et le rein arrive à occuper un volume qui peut être dix fois celui du rein d'une grenouille de même taille. Dans certains canalicules, les macrogamètes ou les ookystes sont si nombreux qu'ils sont pressés les uns contre les autres et constituent des amas volumineux entourés par les parois distendues du canalicule rénal (nous en avons mesuré un de 250^{μ} de long); ce sont évidemment ces masses qui ont donné à nos devanciers l'impression d'énormes kystes coccidiens produisant un grand nombre de sporocystes. Quand de pareils amas obstruent un canal, on trouve en amont des cylindres albumineux avec de nombreux déchets chromatiques.

» Le parasite, quand il est dans la cellule épithéliale rénale, amène d'abord un gonflement notable de la cellule et surtout de son noyau, puis une atrophie. La desquamation épithéliale est donc importante; mais il se produit une rénovation intense. Les noyaux des cellules nouvelles se produisent par karyokinèse; on voit ces noyaux pressés les uns contre les autres, et souvent même il se produit, dans la lumière des canalicules, de petits bourgeons épithéliaux. Beaucoup de noyaux de ces cellules épithéliales de nouvelle formation ont un volume double ou triple de ceux des cellules d'un rein normal. Cette réaction épithéliale est accompagnée d'une forte réaction conjonctive et l'on a, en résumé, une *néphrite aiguë mixte*.

» Infections expérimentales. — Notre étude des grenouilles infectées naturellement laisse deux questions principales sans solution. Par quelle voie se fait l'infection du rein? Comment a lieu l'auto-infection? Nous avons essayé de combler ces lacunes en réalisant des infections expérimentales.

» Les sporocystes, mis en contact avec du suc intestinal, éclatent rapidement et les sporozoïtes, devenus libres, manifestent une mobilité assez grande.

» Si l'on sacrifie une grenouille 20 heures après une ingestion de sporocystes, on

trouve, dans l'intestin grêle, de nombreux sporozoïtes, libres et mobiles dans la lumière, ou situés à l'intérieur des cellules épithéliales (la vérification a été faite sur coupes); dans ces cellules, les sporozoïtes sont ramassés et vacuolaires (*fig.* 11).

» Chez une grenouille, 24 heures après une ingestion de sporocystes, le sang renfermait des formes variées appartenant incontestablement au cycle évolutif d'*Isospora:* macrogamètes d'un diamètre moyen de 17^{μ} (*fig.* 1); microgamétoblastes avec microgamètes déjà filiformes, mais non encore mûrs; autres formes avec un grand nombre de noyaux conduisant évidemment soit à des microgamètes, soit à des petits corps tels que celui de la figure 2, que nous regardons comme des mérozoïtes, et qui se trouvaient *libres* dans le plasma sanguin, comme d'ailleurs la majorité des corps précédents ([1]).

» Cette grenouille, sacrifiée 48 heures après le début de l'expérience, nous a montré une infection généralisée intense à *Isospora Lieberkühni*. Les organes que nous avons étudiés peuvent se ranger ainsi, en suivant l'ordre décroissant du degré d'infection : poumon, rein, corps gras, foie et rate, intestin grêle. Le sang des gros vaisseaux renfermait des formes analogues à celles de la veille, mais bien moins nombreuses.

» *Dans tous ces organes, les parasites* (macrogamètes et microgamètes, mûrs et non mûrs, mérozoïtes) *se trouvaient presque uniquement dans les capillaires ou les petits vaisseaux, libres ou le plus souvent à l'intérieur des cellules endothéliales;* certains nous ont paru être dans l'épithélium pavimenteux qui tapisse les alvéoles pulmonaires; enfin, de très rares paraissaient bien être dans les cellules de l'épithélium pulmonaire cylindrique cilié. Dans le rein, les parasites étaient surtout abondants dans les glomérules, mais il y en avait aussi de nombreux, de toute taille et de toute variété, dans les espaces intercanaliculaires; il n'y en avait pas un seul dans les cellules épithéliales ni dans la lumière des canalicules.

» Cycle évolutif de *Isospora Lieberkühni*. — Ces faits nous permettent de reconstituer le cycle évolutif de la coccidie et de comprendre la façon dont l'infection du rein est réalisée. L'animal ingère des sporocystes. Les sporozoïtes, devenus libres dans le tube digestif, passent vite dans le système sanguin; c'est là qu'ils se développent, et il est tout naturel de les trouver surtout dans les organes où le système capillaire est le mieux représenté, le poumon et le rein.

» Dans le rein, les parasites, en s'accumulant dans les glomérules, amènent la rupture de la mince paroi qui sépare les capillaires des canalicules; ils deviennent alors libres dans les canalicules. Quant à l'infection de l'épithélium rénal, elle se fait sans doute par des mérozoïtes jeunes, et il est probable que ce parasitisme intra-épithélial n'a pas un caractère de nécessité.

([1]) Quelques-uns, en effet, étaient dans des leucocytes mononucléaires, soit entiers, soit en débris.

» Chez les grenouilles infectées naturellement, le rein seul renfermait des parasites; nous n'avons rien trouvé dans les autres organes ([1]). C'est donc par suite de la structure particulière du rein que l'évolution de la coccidie peut arriver à son terme final dans cet organe. Les parasites qui se sont développés ailleurs, ou bien sont peu à peu charriés au rein, ou bien sont résorbés sur place; nous avons en effet noté des phénomènes phagocytaires très nets.

» *En résumé*, l'intérêt principal de cette étude est de montrer qu'une coccidie typique est capable de produire, par voie sanguine, une infection généralisée; l'évolution sporogonique n'est possible, d'ailleurs, qu'après que le parasite a franchi les parois du filtre rénal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe de carbures acétyléniques par la méthode de contact.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans une Note publiée récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1127), nous avons montré que notre méthode générale d'hydrogénation directe peut s'appliquer avec succès aux *carbures éthyléniques*, qui sont transformés en carbures forméniques correspondants : le nickel réduit convient dans tous les cas; au contraire, avec le cuivre, la fixation de l'hydrogène a été trouvée limitée aux carbures éthyléniques α.

» Antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1173, puis t. CXXX, p. 1559 et 1628, et t. CXXXI, p. 40), nous avons indiqué que la méthode s'applique facilement à l'*acétylène*, qui se trouve successivement changé en éthylène, puis en éthane, généralement accompagné d'une certaine proportion de carbures forméniques supérieurs : le nickel agit à froid et, en présence d'un excès d'hydrogène, conduit à des produits exclusivement forméniques. Le cuivre ne réagit qu'au-dessus de 180° et transforme assez vite l'acétylène en éthylène, la transformation finale en éthane n'ayant lieu que bien plus lentement.

» M. Ch. Moureu, qui a récemment exécuté d'importantes synthèses à partir de deux carbures acétyléniques, l'*heptine* α et le *phénylacétylène*, a mis à notre disposition une certaine quantité de ces corps : nous leur avons appliqué notre méthode d'hydrogénation.

([1]) Il nous est arrivé parfois de trouver une ou deux spores à l'examen du poumon; nous pensons que, si l'évolution sporogonique peut s'accomplir dans cet organe, c'est à titre tout à fait accidentel.

» I. *Heptine* α. — L'heptine α, souvent appelé *œnanthylidène,* bout à 102°.

» En présence du *nickel réduit,* vers 170°, l'hydrogène employé en excès transforme facilement le carbure en *heptane normal,* bouillant à 98°,5-99°,5 (corr.), de densité $d_0^0 = 0{,}0708$, inattaquable par l'acide sulfurique concentré : il est accompagné d'une petite proportion de carbures forméniques supérieurs.

» En présence du *cuivre réduit,* l'hydrogénation se produit bien, à 200° ou au-dessus : mais elle est beaucoup plus lente qu'avec le nickel, et la dose des carbures de molécule condensée y est bien plus considérable.

» A conditions égales, là où le nickel produit une transformation totale en heptane, une colonne de cuivre de même longueur fournit un mélange d'hydrocarbures que le fractionnement divise en trois portions distillant respectivement au voisinage de 100°, de 250° et de 350°.

» La première portion, qui passe de 97° à 100°, possède une densité $d_0^0 = 0{,}727$: elle est en majeure partie formée par de l'*heptène* α C^7H^{14}, bouillant à 97°-99° (d_0^0 voisine de 0,739), attaquable par l'acide sulfurique concentré qui le transforme partiellement en polymères. Elle contient aussi une certaine quantité d'*heptane normal* C^7H^{16} ($d_0^0 = 0{,}708$), inattaqué par le mélange nitrosulfurique.

» La deuxième portion, qui passe à la distillation vers 250°, possède une densité $d_0^0 = 0{,}798$. Elle est presque entièrement constituée par un carbure éthylénique $C^{14}H^{28}$, bouillant à 250° (corr.) : c'est un *diheptène* identique à celui que fournit la polymérisation de l'heptène par l'acide sulfurique concentré. Il est violemment attaqué par le mélange nitrosulfurique.

» La troisième portion bout au-dessus de 350° en se décomposant partiellement ; sa densité est $d_0^0 = 0{,}844$. Ce carbure, qui est vivement attaqué par le mélange sulfonitrique, paraît en majeure partie formé de *triheptène* $C^{21}H^{42}$.

» Ces détails montrent que le cuivre permet de réaliser facilement la première étape de transformation, passage aux carbures éthyléniques, mais qu'il n'accomplit que lentement la deuxième étape, passage aux carbures forméniques.

» II. *Phénylacétylène.* — Ce carbure bout à 142°.

» En présence du *nickel réduit,* maintenu vers 180°, un excès d'hydrogène agit très aisément : l'hydrogénation porte à la fois sur une branche acétylénique et sur le noyau aromatique. On a

$$C^6H^5-C \equiv CH + 5H^2 = C^6H^{11}.CH^2.CH^3.$$

» La contraction du gaz est énorme. Le liquide obtenu est très peu attaqué par le mélange nitrosulfurique, qui lui enlève les traces de carbures non saturés : après lavage à la soude et dessiccation au chlorure de calcium, il se présente avec une odeur d'héliotrope, et il est constitué par de l'*éthylcyclohexane* bouillant à 130°, accompagné d'une petite proportion de *méthylcyclohexane* qui bout vers 100°.

» Le résultat atteint est donc identique à celui que fournit l'hydrogénation directe de l'éthylbenzène ou du styrolène en présence du nickel (*Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 1254).

» On pouvait prévoir que l'emploi du *cuivre réduit* conduirait à des résultats différents. En effet, nous avons trouvé antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 566) que le cuivre est incapable de provoquer l'hydrogénation directe du noyau benzénique, tandis qu'il peut agir sur la branche acétylénique. L'expérience vérifie qu'il en est réellement ainsi.

» Le cuivre étant maintenu de 190° à 250°, la fixation d'hydrogène se produit. Une certaine quantité de *métastyrolène* solide, issu d'une formation transitoire de styrolène, se produit sur certains points du tube à métal. On recueille un liquide un peu jaune, très fluorescent, qui, soumis au fractionnement, fournit à peu près parties égales d'un carbure bouillant au-dessous de 150° et d'un carbure fluorescent bouillant au delà de 300°, avec une petite quantité de carbures non volatilisables, de molécules très lourdes.

» La portion volatile au-dessous de 150° est totalement attaquée par le mélange nitrosulfurique : elle ne contient pas de carbure cyclohexanique. Par rectification, on trouve qu'elle est formée presque entièrement d'*éthylbenzène*, bouillant à 136° (corr.), associé à des traces de styrolène $C^6H^5CH = CH^2$, et toujours accompagné d'environ $\frac{1}{10}$ de toluène, produit avec séparation corrélative de méthane.

» La portion fluorescente se solidifie, soit spontanément, soit par fractionnement, en cristaux incolores volumineux, qui sont essorés par compression dans du papier et purifiés par de nouvelles distillations et cristallisations. Ce sont des aiguilles ou des tables, rectangulaires ou rhombes (angle voisin de 67°,5), qui atteignent parfois 2^{cm} de côté : l'examen optique montre qu'ils dérivent d'un prisme orthorhombique. Ces cristaux fondent à 52° et bouillent à 317° (corr.). Ils sont très solubles dans l'alcool, l'éther et les carbures.

» Le composé liquéfié, ainsi que ses solutions, possède une magnifique fluorescence bleue. C'est le *diphénylbutane*$_{1,4}$:

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2.C^6H^5,$$

identique à celui qui a été obtenu par Freund (*Berichte*, t. XXIII, p. 2858) en hydrogénant, par l'action prolongée de l'acide iodhydrique, à 250°, le diphényl$_{1,4}$-butène.

» Le rendement en diphénylbutane, symétrique à partir du phénylacétylène, peut atteindre la moitié : cette réaction peut donc être considérée comme une méthode avantageuse de préparation de ce carbure. »

RAPPORTS.

Rapport sur des expériences faites à l'Observatoire de Montsouris, relatives à la composition de l'air atmosphérique.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Haller; Ad. Carnot, rapporteur.)

« L'Observatoire municipal de Montsouris a organisé depuis 25 ans un service journalier d'analyses de l'air atmosphérique, ayant pour objet le

dosage des éléments qu'il contient en quantités variables, notamment de l'acide carbonique.

» Ces dosages ont été l'occasion de recherches spéciales commencées en 1895 et continuées depuis cette époque, sous la direction de M. Albert Lévy, par ses collaborateurs MM. Henriot et Pécoul, recherches dont les premiers résultats ont été présentés dans des Notes insérées aux *Comptes rendus de l'Académie* les 6 juin et 15 août 1898 et auxquelles se rapporte une nouvelle Communication de M. Henriet, présentée le 10 février dernier.

» Les faits énoncés dans ces notes peuvent être résumés ainsi :

» Lorsque de l'air atmosphérique, pris à Paris ou dans la périphérie de Paris, a été soumis, comme il est d'usage pour retenir l'acide carbonique contenu, à l'action d'une solution d'alcali ou de baryte placée dans plusieurs tubes à boules et qu'il lui a cédé la totalité de cet acide, c'est-à-dire une proportion de gaz carbonique voisine de 30^{l} pour 100^{m^3} d'air, il peut encore, par circulation répétée à travers du mercure et contact prolongé avec l'alcali ou la baryte, lui abandonner une nouvelle quantité du même gaz, quantité très variable, pouvant aller depuis 4^{l} jusqu'à 30^{l} et plus pour 100^{m^3} d'air. Ce gaz carbonique, qui assurément ne préexistait pas, ne peut s'être produit que par transformation d'un autre composé carboné volatil.

» L'Académie a jugé que ces assertions devaient être contrôlées de près, et elle en a confié l'examen à une Commission composée de MM. Armand Gautier, Haller et Adolphe Carnot.

» Cette Commission s'est réunie plusieurs fois au laboratoire de M. Albert Lévy et a assisté aux expériences suivantes de MM. Henriet et Pécoul.

» De l'air atmosphérique, prélevé par aspiration sur la place Saint-Gervais, à côté du laboratoire, passe bulle à bulle, à raison de 1^{l} à l'heure, à travers une colonne de 20^{cm} de laine de verre, destinée à retenir toutes les poussières minérales ou organiques qu'il pouvait renfermer. Il trouve ensuite trois tubes à boules contenant une solution de baryte et se rend dans un ballon jaugé, où l'on a fait le vide.

» Les deux derniers tubes d'eau de baryte ne servent que de témoins et conservent leur limpidité et leur titre primitif. Le titrage de l'eau de baryte du premier tube avant et après le passage de l'air fait connaître la quantité de gaz carbonique libre, ou préexistant dans l'air, qui a été ensuite reçue dans le ballon.

» L'air de ce ballon est aspiré dans un appareil à écoulement de

mercure, imaginé par M. Pécoul et décrit dans les *Annales de l'Observatoire de Montsouris* (t. I, p. 369); il traverse bulle à bulle une solution titrée de baryte de volume connu, revient au ballon et circule ainsi d'une manière continue dans l'appareil pendant un laps de temps de 24 heures.

» Il se produit alors dans l'eau de baryte un précipité blanc, que la Commission a vérifié être bien du carbonate de baryum.

» A la demande de la Commission, de nouvelles expériences ont été faites en conduisant l'air : d'abord à travers de la laine de verre humectée d'eau et assez fortement tassée dans un tube de verre, sur 30^{cm} de longueur; ensuite dans un grand barboteur à potasse de densité 1,30 (A); puis dans un tube en U contenant de l'hydrate de baryte cristallisé en petits fragments transparents et humectés d'eau, sur une longueur de 30^{cm} environ (B); enfin dans un barboteur à eau de baryte (C).

» A la suite de ces appareils, qui ne doivent laisser passer aucune trace de poussières, ni de gaz carbonique, l'air est reçu dans un ballon jaugé vide, de 6^{l} environ (D).

» De là il est dirigé dans l'appareil *circulus* de M. Pécoul, où la Commission a vu se reproduire les phénomènes déjà mentionnés plus haut.

» La Commission a constaté, dans ces expériences :

» 1° Que la solution de baryte du barboteur (C), placé à la suite des premiers appareils A et B, était restée parfaitement limpide et que son titre alcalin était identique au titre primitif;

» 2° Que l'air du ballon D, en circulant pendant 24 heures à travers les tubes à mercure et dans un nouveau tube à eau de baryte, avait donné dans celui-ci un précipité de carbonate de baryum dont elle a constaté la nature et la proportion;

» 3° Qu'en opérant sur de l'air prélevé le 27 juin sur la place Saint-Gervais, le carbonate de baryum formé après élimination complète du gaz carbonique préexistant correspondait à $21^{l},6$ pour 100000^{l} d'air;

» 4° Que l'air du ballon D, après avoir circulé de nouveau pendant 24 heures à travers de l'eau de baryte titrée, n'y produisait plus aucun trouble, ni aucun changement de titre;

» 5° A l'objection, soulevée par l'un des membres de la Commission, qu'il pourrait y avoir du gaz carbonique retenu par adhérence aux parois intérieures ou dissous dans le verre du ballon, malgré le vide qui y avait été fait, il a été répondu que, ce ballon ayant déjà servi à l'expérience précédente, où l'on avait constaté l'absence complète de gaz carbonique (conditions énoncées au 4°), il ne pouvait assurément pas non plus y avoir de

gaz carbonique adhérent aux parois du même ballon, après qu'on y avait fait le vide.

» En conséquence, la Commission déclare bien fondées les observations, qu'elle avait été chargée de contrôler, et ne peut qu'encourager les auteurs à poursuivre leurs recherches, en vue d'une explication complète du phénomène qu'ils ont signalé. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tir des fusées paragrêle.*
Note de M. **E. Vidal.** (Extrait.)

« Dans le courant du mois de juillet 1900, j'ai fait à l'Académie une Communication sur l'emploi des fusées d'artifice contre les orages en général, et contre la grêle en particulier. Depuis cette époque, des expériences assez nombreuses exécutées, soit par nous, soit par des observateurs disséminés sur divers points de la France, sont venues confirmer nos prévisions, et les fusées paragrêle ont pu faire bonne figure au Congrès international de Lyon, à côté des canons-tromblons les plus perfectionnés.

» Les résultats obtenus jusqu'à ce jour, et qui sont reproduits dans la brochure que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, ne sont pas également concluants au point de vue de la lutte contre la grêle, mais pas un seul des tirs exécutés n'a été suivi d'insuccès, et tous démontrent l'action générale des fusées sur les zones supérieures de l'atmosphère.

» C'est ainsi que, par un temps clair et sans nuages apparents, nous avons involontairement provoqué, au-dessus de nos têtes, la formation d'un anneau composé de plusieurs couches concentriques de vapeurs condensées, qui se sont brusquement teintées des couleurs de l'arc-en-ciel (voir obs. n° 14) (voir les expériences imprimées dans notre Rapport au Congrès et à sa suite);

» Que des trouées circulaires, laissant apercevoir le bleu du ciel, ont été produites au milieu des plus sombres nuées (voir obs. nos 1, 2, 5, 6, 19);

» Que des orages ont été arrêtés, déchirés, coupés en deux, ou dispersés (voir obs. nos 3, 6, 11, 15, 16, 21, 22);

» Que les décharges électriques ont été brusquement suspendues, ou bien écartées (voir obs. nos 1, 7, 8, 9, 11, 12, 21);

» Que les vents les plus violents ont été apaisés (voir obs. nos 7, 10);

» Que la pluie a été arrêtée ou modérée (voir obs. nos 13, 14);

» Et qu'enfin les champs défendus par les fusées ont été complètement préservés de la chute des grêlons, tandis que les récoltes voisines étaient détruites (voir obs. nos 1, 2, 3, 5, 11, 16, 17, 18, 19, 20).

» De toutes ces observations, je n'en développerai qu'une seule, la dix-septième, parce qu'elle indique en quelques mots les résultats obtenus par les fusées contre la grêle et qu'elle fait partie de la déposition de M. Étienne Salomon, de Thomery, au Congrès international de Lyon.

» Je tiens, dit ce viticulteur émérite, à confirmer les dires de M. Vidal sur les expériences de fusées. Je suis propriétaire dans Seine-et-Marne et j'ai eu, au mois de juin dernier, l'occasion d'expérimenter ce procédé contre un orage qui s'avançait très menaçant et que les fusées ont très bien dissipé. *Tout autour de la surface protégée, la grêle est tombée et a complètement ravagé les champs de betteraves, alors que ma pépinière de vignes n'a eu que des dégâts insignifiants.*

» La conclusion est évidemment en faveur des fusées, auxquelles j'ai dû reconnaître une influence incontestable. Je ne cherche pas à expliquer comment le fait s'est produit; je cite simplement un fait que j'ai tenu à ajouter aux affirmations du Dr Vidal qui, je le sais, a fait beaucoup d'expériences (*Congrès international de défense contre la grêle*, t. I, p. 300).

» ... Suivant qu'ils sont plus ou moins éloignés de leur point de formation, qu'ils sont plus ou moins denses, qu'ils sont poussés par un vent plus ou moins fort et que les terrains sont plus ou moins inclinés, les nuages chargés de grêle sont tantôt très élevés dans les airs et tantôt très bas, ce qui explique les échecs subis dans certaines régions par le tir des canons; ces échecs auraient sans doute été évités, si l'on avait méthodiquement lutté contre les orages, et si l'on avait compris que les postes destinés à préserver une plaine fertile doivent souvent être échelonnés à quelques kilomètres plus loin, sur les flancs d'une montagne. Telle ne paraît pas avoir été, jusqu'à ce jour, la tactique suivie par les syndicats de défense contre la grêle, dont les batteries sont, en général, disposées simplement de façon à couvrir la plus grande surface possible.... »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *S.-H. Finne-Grønn*, intitulé « Abel, den store mathematikers slegt, Christiania, 1899-1900. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application de la méthode de la moyenne arithmétique aux surfaces de Riemann.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

« J'appelle *transformation de Poincaré* correspondant à un contour s, fermé dans le plan, toute transformation

$$X = X(x, y), \qquad Y = Y(x, y),$$
$$x = x(X, Y), \qquad y = y(X, Y),$$

qui définit une correspondance uniforme entre les points intérieurs d'un cercle (dans le plan des X, Y) et les points intérieurs de s (dans le plan des x, y), et une correspondance uniforme entre les points extérieurs du même cercle et les points extérieurs de s, sous la seule supposition que les fonctions X, Y et x, y soient continues dans tout le plan, et qu'elles admettent des dérivées

$$\frac{\partial X}{\partial x}, \quad \frac{\partial X}{\partial y}, \quad \frac{\partial Y}{\partial x}, \quad \frac{\partial Y}{\partial y}; \qquad \frac{\partial x}{\partial X}, \quad \frac{\partial x}{\partial Y}, \quad \frac{\partial y}{\partial X}, \quad \frac{\partial y}{\partial Y}$$

finies et intégrables.

» On peut trouver de telles transformations pour tout contour s dont l'intérieur est simplement connexe, s'il est de courbure continue (A. Korn, *Lehrbuch der Potentialtheorie*, 2e Vol., p. 302) ou un composé d'un nombre fini de lignes (¹) de courbure continue (A. Korn, *Abhandlungen zur Potentialtheorie*, n° 2, p. 19). Avec la connaissance d'une telle transformation, on peut démontrer que la méthode de M. Neumann résout le problème de Dirichlet pour l'intérieur et l'extérieur de s, en supposant les valeurs limites f de la fonction harmonique cherchée continues (ou continues par intervalles) (²).

» Il est facile de généraliser ces résultats en passant du plan aux sur-

(¹) A part des sommets formés par ces différentes parties du contour, toute singularité est exclue; nous excluons aussi les pointes.

(²) Pour les contours composés, il faut encore une condition supplémentaire sur f aux environs des sommets (qui est du reste toujours remplie, si f admet des premières dérivées finies et intégrables).

faces de Riemann. Par une représentation conforme

$$\zeta = \mathfrak{F}(z),$$
$$\zeta = \xi + i\eta, \qquad z = x + iy,$$

on peut faire correspondre à l'intérieur de s une partie simplement connexe d'une surface de Riemann limitée par un contour σ (bornons-nous, pour plus de simplicité, au cas que les fonctions $\mathfrak{F}$ soient algébriques); en appelant cette partie *l'intérieur de* σ, nous pouvons maintenant résoudre le problème de Dirichlet pour l'intérieur de σ par une méthode analogue à celle de M. Neumann, puisque chaque fonction harmonique à l'intérieur de s devient par la transformation $\zeta = \mathfrak{F}(z)$ une fonction harmonique à l'intérieur de σ et *vice versa*. Un pareil raisonnement peut être fait pour des domaines extérieurs.

» Il va sans dire que les fonctions composant les séries de M. Neumann n'ont plus pour σ la même signification simple que pour s.

» Nous pouvons maintenant aussi procéder au cas où l'aire limitée par σ n'est plus simplement connexe; en ajoutant au contour σ les deux bords de certaines coupures, nous pouvons toujours ramener ce cas au cas d'une aire simplement connexe avec un contour dont aucune partie n'est parcourue deux fois sur une surface de Riemann un peu plus compliquée, et nous arriverons ainsi toujours à des représentations des solutions du problème de Dirichlet en forme de séries analogues aux séries de M. Neumann.

» Personne ne se servira sans doute de cette méthode pour calculer les valeurs de la fonction harmonique en question, mais ces raisonnements ont une certaine importance pour une autre raison : ils permettent de démontrer un grand nombre de théorèmes très généraux sur les fonctions harmoniques et leurs dérivées; je ne cite comme exemple que la généralisation des théorèmes de M. Liapounoff, qui permettent de décider dans quels cas les fonctions harmoniques définies par les valeurs limites f admettent des dérivées normales. »

PHYSIQUE. — *Sur la formation des gouttes liquides et la loi de Tate.* Note de MM. **Leduc** et **Sacerdote**, présentée par M. Lippmann.

« La *loi de Tate* dit que *le poids des gouttes d'un même liquide qui s'écoulent à l'extrémité d'un tube est proportionnel au rayon de l'orifice de ce tube* (sup-

posé circulaire). Pour justifier cette loi, on a l'habitude de faire le raisonnement suivant (¹).

» Lorsque la goutte est sur le point de se détacher, elle présente à sa partie supérieure un étranglement ou gorge (²), dont le rayon r est peu différent de celui R de l'orifice; la rupture a lieu lorsque le poids p de la goutte, limitée au cercle de gorge, l'emporte sur l'effort dû à la tension superficielle, qui s'exerce verticalement sur le contour de ce cercle; le poids des gouttes est donc proportionnel au rayon R de l'orifice, s'il y a proportionnalité entre r et R.

» Ce raisonnement est inexact. Si, en effet, la séparation de la goutte avait lieu par arrachement, son poids aurait à surmonter non seulement l'effort dû à la tension superficielle, mais aussi celui dû aux forces de cohésion qui s'exercent sur toute la section du cercle de gorge. L'expression du poids p serait donc de la forme : $p = Ar + Br^2$, B étant très grand par rapport à A, comme cela résulte d'expériences que nous avons décrites précédemment (³).

» Observons d'ailleurs que la formation d'une gorge n'a lieu qu'avec des tubes de quelques millimètres de diamètre, et non avec des tubes fins ou très larges.

» En réalité, *la séparation de la goutte n'a pas lieu par arrachement, mais bien par étranglement.* — A l'équation différentielle de l'équilibre, et à la condition aux limites consistant en ce que le raccordement doit avoir lieu sur une circonférence donnée, correspondent pour la goutte une infinité de figures d'équilibre, toutes comprises entre deux formes extrêmes, dont l'une, le plan, présente un volume nul, et l'autre un volume maximum.

» Quand la goutte aura atteint cette dernière forme, la moindre quantité supplémentaire de liquide qui y pénétrera lui donnera une forme qui ne sera plus d'équilibre, et la pression extérieure, l'emportant sur l'intérieure, étranglera la goutte le long d'un parallèle bien déterminé.

» *Expérience.* — La justification théorique de la loi de Tate ayant ainsi perdu toute sa valeur, il nous a semblé nécessaire de soumettre cette loi à une nouvelle étude expérimentale.

» Nous avons opéré sur l'eau et le mercure. Il est clair que, dans tous les cas, ce que nous avons désigné sous le nom d'*orifice*, c'est le cercle

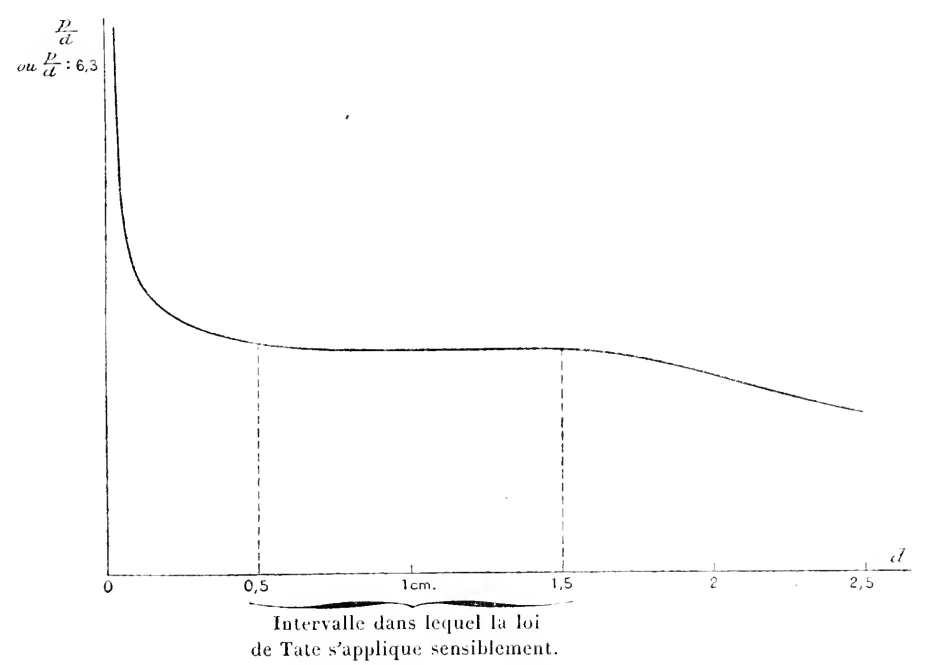
---

(¹) Duclaux, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 4e série, t. XXI, 1870, p. 386.

(²) Dupré, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 4e série, t. IX, 1866, p. 345.

(³) Leduc et Sacerdote, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 589, et *Journ. de Phys.*, 4e série, t. I, 1902, p. 364.

autour duquel le liquide se raccorde avec le verre, c'est-à-dire la section du canal pour le mercure, et celle du verre dans le cas de l'eau. Le diamètre d de l'orifice ainsi défini a varié pour le mercure de $0^{cm},027$ à $0^{cm},376$, et pour l'eau de $0^{cm},110$ à $2^{cm},5$.



Intervalle dans lequel la loi de Tate s'applique sensiblement.

» Nous avons d'abord vérifié, comme l'a fait M. Duclaux pour d'autres liquides, qu'*à égalité de diamètre d'orifice, les poids des gouttes de mercure et d'eau sont proportionnels aux tensions superficielles de ces deux liquides :* le rapport est environ 6,3.

» Ceci étant, pour examiner la valeur de la loi de Tate, nous pouvons nous servir indifféremment des résultats obtenus avec les deux liquides, à condition de diviser les poids de mercure par 6,3. Voici un extrait du Tableau que nous avons ainsi formé :

d.	$\frac{p}{d}$ (eau).	$\frac{p}{d}$: 6,3 (mercure).
cm		
0,027	»	0,0352
0,063	»	216
0,110	0,0195	193
0,200	170	175
0,340	162	»
0,840	148	»
1,480	146	»
2,010	129	»

» Enoncer la loi de Tate, c'est dire que le rapport $\frac{p}{d}$ est constant. L'inspection de ce Tableau montre que *la loi de Tate s'applique sensiblement pour les diamètres moyens*, compris entre $0^{cm},5$ et $1^{cm},5$, *mais qu'elle est de moins en moins vraie à mesure qu'on s'écarte de ces limites.*

» *Remarques.* — Il faut observer que c'est à peu près entre ces limites (0,33 à 1,57) qu'a opéré Tate ([1]), et que d'ailleurs son nombre relatif au plus petit orifice présente déjà un écart sensible avec sa loi.

» Pour des orifices de diamètre supérieur à 2^{cm}, le poids des gouttes d'eau est sensiblement constant et égal à $0^{g},26$. Il est évident que le rapport $\frac{p}{d}$ tend vers zéro lorsque d augmente indéfiniment. La courbe ci-jointe, qui représente l'ensemble de nos résultats, semble indiquer que ce rapport augmente, au contraire, indéfiniment lorsque d tend vers zéro. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les accords binaires.* Note de M. A. GUILLEMIN, présentée par M. J. Violle.

« *Représentation géométrique du son* H. — Le son H, centre de gravité des accords binaires M : N, défini par la relation

$$(\alpha) \qquad H(m+n) = 2Mn = 2Nm = 2mnF,$$

peut être établi comme il suit :

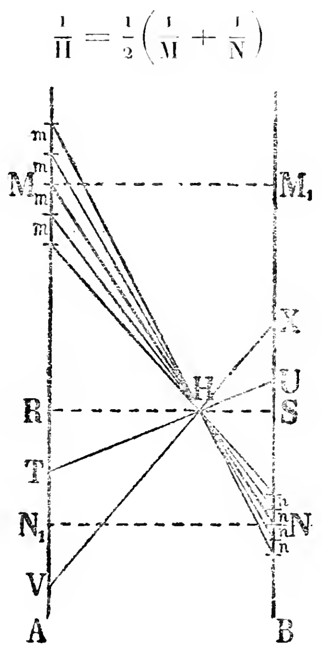
» Le son aigu M étant situé sur la règle A à la hauteur M, je marque au-dessus et au-dessous de M des points équidistants, qui représenteront les sons $M \pm cm$. Sur la règle B, parallèle à A, je marque de même la position de son grave N et des points équidistants (ils sont plus rapprochés que les précédents), qui figureront les sons $N \mp cn$. L'accord juste $\frac{M}{N}$ sera représenté par la droite MN; les accords faux ayant même centre de gravité, $\frac{M \pm cm}{N \mp cn}$, seront représentés par les droites voisines.

» A cause de la similitude des triangles, il est clair que toutes ces droites passent par un même point H, dont la hauteur est celle du son H.

([1]) TATE, *Philos. Magaz.*, 4e série, t. XXVII, 1864, p. 176.

» *Signification acoustique du son* H. — Des équations (α) on déduit facilement

$$\frac{1}{H} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{M} + \frac{1}{N}\right)$$



ou bien, à cause de la formule connue $N\tau = 1$,

$$\tau_H = \tfrac{1}{2}(\tau_M + \tau_N);$$

d'où cette définition : le son H est celui dont la durée de vibration τ_H est moyenne arithmétique entre les durées de vibration τ_M et τ_N des deux sons de l'accord M : N.

» *Accords binaires normaux.* — Je désigne ainsi les accords dont le centre de gravité coïncide avec le diapason normal $\Delta = 434,3$:

$\frac{5}{4}$ = tierce majeure..........	$\frac{9\Delta}{10} : \frac{9\Delta}{8}$	ou	*sol*$_3$ — *si*$_3$,
$\frac{3}{2}$ = quinte..................	$\frac{5\Delta}{6} : \frac{5\Delta}{4}$	ou	*fa*♯$_3$ — *ut*♯$_3$,
$\frac{5}{3}$ = sixte majeure...........	$\frac{4\Delta}{5} : \frac{4\Delta}{3}$	ou	*fa*$_3$ — *ré*$_4$,
$\frac{3}{2}$ = octave..............	$\frac{3\Delta}{4} : \frac{3\Delta}{2}$	ou	*mi*$_3$ — *mi*$_4$,
$\frac{3}{1}$ = douzième..	$\frac{2\Delta}{3} : \frac{2\Delta}{1}$	ou	*ré*$_3$ — *la*$_4$,
$\frac{4}{1}$ = double octave...........	$\frac{5\Delta}{8} : \frac{5\Delta}{2}$	ou	*ut*♯$_3$ — *ut*♯$_5$,
....			....

» Il y a d'autres accords dont les centres de gravité ne correspondent pas à des notes de la gamme; exemple :

$\frac{6}{5}$ = tierce mineure.............. $\frac{11\Delta}{12} : \frac{11\Delta}{10}$,

$\frac{4}{3}$ = quarte..................... $\frac{7\Delta}{8} : \frac{7\Delta}{6}$,

$\frac{8}{5}$ = sixte mineure............... $\frac{13\Delta}{13} : \frac{13\Delta}{10}$,

....

» *Propriété de la série des sous-harmoniques.* — Elle donne sans calcul la position du centre de gravité d'un accord binaire quelconque. En effet, si l'on considère les nombres de vibrations N, cette série est, par définition,

$$\frac{1}{1}, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{3}, \quad \frac{1}{4}, \quad \ldots.$$

» Mais si l'on considère les τ, qui valent $\frac{1}{N}$, elle est

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	...
mi_4	mi_3	la_2	mi_2	ut_2	la_1	$> fa\sharp$	mi_1	$ré_1$	ut_1	...

» On voit tout de suite que ut_2 est le centre de gravité des accords

$la_1 - mi_2$ puisque $5 = \frac{1}{2}(6+4)$,

$fa\sharp_1 - la_2$ » $= \frac{1}{2}(7+3)$,

$mi_1 - mi_3$ » $= \frac{1}{2}(8+2)$,

....

» *Accords ternaires mineurs.* — J'appelle ainsi tous les accords formés par les trois sons N : H : M, où la *médiante* est le *centre de gravité* des sons extrêmes :

6 : 5 : 4 ou $la_1 - ut_2 - mi_3$,

5 : 4 : 3 ou $ut_2 - mi_2 - la_2$,

4 : 3 : 2 ou $mi_2 - la_2 - mi_3$,

3 : 2 : 1 ou $la_2 - mi_3 - mi_4$,

5 : 3 : 1 ou $ut_2 - la_2 - mi_4$,

....

» *Accords ternaires majeurs.* — Ce sont ceux pour lesquels la *médiante* a son nombre de vibrations *moyen arithmétique* entre les nombres de

vibrations des sons extrêmes M et N. Tels sont :

$$
\begin{array}{lll}
4:5:6 & \text{ou} & ut_3 - mi_3 - sol_3, \\
3:4:5 & \text{ou} & sol_2 - ut_3 - mi_3, \\
2:3:4 & \text{ou} & ut_2 - sol_2 - ut_3, \\
1:2:3 & \text{ou} & ut_1 - ut_2 - sol_2, \\
1:3:5 & \text{ou} & ut_1 - sol_2 - mi_3, \\
\end{array}
$$

....

» *Remarque I.* — Les deux premiers accords de ces deux listes d'accords sont les *accords parfaits mineur* et *majeur* des musiciens, qui avaient trouvé en fait le *centre de gravité* de la quinte.

» *Remarque II.* — Les deux accords inscrits en seconde ligne sont, pour nous, de vrais accords *mineur* et *majeur*, et ne méritent pas d'être dits des *renversements*. Ils sont plus consonants que les accords dits *parfaits* dont on les fait dériver.

» *Remarque III.* — Les accords *mi — la — do* et *mi — sol — do* doivent, au contraire, continuer à s'appeler des *renversements*, puisqu'ils ne peuvent figurer sur aucune de nos listes; leur médiante n'est, en effet, ni le centre de gravité H, ni la moyenne $\frac{M+N}{2}$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une nouvelle vapeur organique de l'air atmosphérique.* Note de M. H. **Henriet**, présentée par M. Ad. Carnot.

« Nous avons montré, M. Albert-Lévy et moi [1], qu'on obtenait des résultats très différents en dosant l'acide carbonique atmosphérique, soit par simple passage de l'air sur un alcali, soit par maintien de l'air et de l'alcali en contact très prolongé.

» La quantité totale d'acide carbonique que l'on obtient ainsi est beaucoup plus élevée que celle de l'acide carbonique normal. L'excès qu'elle présente sur ce dernier, et qui se produit aux dépens d'un corps carboné existant dans l'air, peut être mis nettement en évidence. Il suffit pour cela de remplir un ballon vide de gaz avec de l'air débarrassé de toute trace d'acide carbonique, puis, à l'aide d'un appareil à mercure dû à M. Pécoul [2] et qui permet de faire circuler indéfiniment une même masse

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 353.

[2] *Annales de l'Observatoire de Montsouris*, t. I, p. 369.

gazeuse dans un barboteur, de faire passer l'air sur une solution claire de baryte, pendant 24 heures. Au bout de ce temps, cette baryte présente un précipité très net de carbonate de baryum.

» Ce phénomène dûment constaté, j'ai poursuivi ces recherches en vue de caractériser le corps qui le produit.

» Je résumerai ici très brièvement les résultats de cette étude, qui sera développée dans une publication ultérieure.

» Après de nombreux essais, j'ai été amené à mélanger l'air filtré sur du coton de verre avec de la vapeur d'eau, que j'ai condensée ensuite à l'abri de toute matière organique et que j'ai étudiée.

» L'eau de condensation réduit le nitrate d'argent à l'ébullition; cette réaction n'a plus lieu si, avant d'ajouter le sel d'argent, on évapore à sec en présence d'acide sulfurique. Si l'on concentre l'eau condensée, elle ramène alors le bichlorure de mercure à l'état de calomel, réduit les sels d'or et le permanganate de potassium, ce dernier seulement en solution alcaline. Or, ces caractères sont ceux de l'acide formique.

» Avec le réactif de Nessler, l'eau de condensation ne donne pas la coloration jaune brun caractéristique des sels ammoniacaux, mais un louche vert jaunâtre qui se produit au bout d'un temps plus ou moins long, selon le degré de concentration de la liqueur. Cette réaction a lieu beaucoup plus rapidement si l'on chauffe préalablement l'eau de condensation, soit avec un peu de potasse pure, soit avec de l'acide chlorhydrique. Ce fait montre que le corps agissant n'existe pas tout formé dans l'eau, mais prend naissance grâce à un phénomène d'hydratation.

» En étudiant l'action des sels de diverses amines sur le réactif de Nessler, j'ai constaté que, d'une façon générale, leur sensibilité vis-à-vis de ce réactif est très inférieure à celle des sels ammoniacaux; mais ils produisent des teintes louches et verdâtres, semblables à celle que j'ai observée avec les produits de condensation.

» J'ai donc pensé qu'il devait exister une amine à côté de l'acide formique. Pour mettre cette amine en évidence, j'ai comparé la coloration fournie par le Nessler sur l'eau de condensation telle quelle, à celle de la même eau traitée par le procédé Kjeldhal. Après une distillation très soignée, j'ai obtenu une teinte beaucoup plus intense qu'avec l'eau brute. Or, pendant l'action de l'acide sulfurique, le mélange n'a pas noirci. Il est donc vraisemblable que l'azote ammoniacal obtenu d'après Kjeldhal provient d'une amine.

» J'ai cherché ensuite le rapport existant entre le poids de l'acide et celui de l'amine. Pour 50^{cm^3} d'eau de condensation, j'ai trouvé un poids d'azote égal à $0^{mg},13$ et, pour le même volume d'eau, un poids d'acide formique qui, calculé en azote, est égal à $0^{mg},14$. Il y a donc équivalence entre l'acide et la base.

» Cependant, il est inadmissible que l'on soit en présence d'un sel, car j'ai montré plus haut que l'amine ne prend naissance que grâce à un phénomène d'hydratation. Le corps dissous dans l'eau de condensation me semble donc être une amide formique.

» Le groupe AzH^2 de cette amide pouvant posséder un ou deux radicaux monovalents substitués aux deux atomes d'hydrogène, il fallait rechercher si l'amine issue de

ce corps était primaire ou secondaire. A cet effet, j'ai évaporé au bain-marie, en présence d'acide chlorhydrique, l'eau de condensation de 100^l d'air du centre de Paris. Le résidu obtenu, traité par la potasse et le chloroforme, m'a donné d'une façon très intense l'odeur repoussante des carbylamines. Une seconde expérience faite dans les mêmes conditions m'a conduit au même résultat. Le groupe AzH^2 est donc de la forme $Az\langle{}^{H}_{R}$.

» De l'ensemble de ces faits il paraît résulter que le corps existant dans l'air et retenu en dissolution dans l'eau de condensation est une *formiamide* monosubstituée $\left(HCOAz\langle{}^{H}_{R}\right)$; de nouvelles expériences en cours permettront, je l'espère, de fixer définitivement la véritable nature de ce composé, ainsi que celle du radical R, que je me propose de déterminer en étudiant le chloroplatinate de l'amine correspondante.

» Si maintenant on rapproche des résultats obtenus les premiers phénomènes observés, on voit que l'acide carbonique produit résulte de la transformation de l'acide formique, qui, dans l'appareil de M. Pécoul, subit, au contact de l'alcali, de l'air qui circule constamment et des oxydes de mercure qui se forment, une oxydation complète. »

CHIMIE. — *Sur les propriétés et la constitution des peroxydes de zinc.* Note de M. de **Forcrand**.

« J'ai décrit précédemment (¹) quatre peroxydes de zinc qui, d'après leurs modes de préparation, me paraissent être des composés définis :

$$Zn^3O^5 + 2H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^3O^3 + 2H^2O^2,$$
$$Zn^3O^5 + 3H^3O \quad \text{ou} \quad Zn^3O^3 + 2H^2O^2 + H^2O,$$
$$Zn^4O^7 + 4H^2O \quad \text{ou} \quad Zn^4O^4 + 3H^2O^2 + H^2O,$$
$$ZnO^2 + 2{,}5H^2O \quad \text{ou} \quad ZnO + H^2O^2 + 1{,}5H^2O \quad (^2).$$

» I. Au moment où on les sépare par le filtre, ces substances sont des précipités gélatineux, parfaitement blancs, dont l'aspect ne diffère pas de

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 601.

(²) L'état d'hydratation de ce dernier composé, vu son extrême instabilité, est un peu incertain. Il est possible que ce soit :

$$ZnO^2 + 2H^2O \quad \text{ou} \quad ZnO + H^2O^2 + H^2O.$$

celui du protoxyde hydraté précipité. Par la dessiccation sur plaques poreuses, ils forment une poudre assez dense, formée de très petits grains durs, qui cependant ne paraissent pas cristallins, même au microscope. Ils restent parfaitement blancs. Les trois premiers sont inaltérables à l'air sec ou humide et ne se carbonatent pas. Le dernier perd peu à peu de l'eau et de l'oxygène dans l'air sec et passe à l'état de $Zn^3O^5 + 2H^2O$.

» Lorsqu'on chauffe à 100° le composé $Zn^4O^7 + 4H^2O$, soit à l'air libre, soit en vase clos, il ne cède pas d'eau, mais une quantité d'oxygène correspondant à la différence entre Zn^4O^7 et Zn^3O^5, et devient

$$Zn^3O^5 + 3H^2O.$$

» Quant aux composés $Zn^3O^5 + 3H^2O$ et $Zn^3O^5 + 2H^2O$, ils sont stables l'un et l'autre à 100°. Si on les chauffe au-dessus de cette température, en vase clos, on n'observe aucun phénomène jusqu'à 190° pour le premier et 210° pour le second. A ces températures [1] il se dégage brusquement une grande quantité d'eau, qui se condense en haut du tube; après refroidissement, on recueille un volume d'oxygène qui correspond au passage de Zn^3O^5 à ZnO. Le résidu solide est du protoxyde de zinc ZnO retenant seulement quelques centièmes d'eau.

» Si l'on chauffe en vase ouvert l'un des quatre composés, il se détruit brusquement vers 200°, en dégageant à la fois de l'eau et de l'oxygène, et laisse du protoxyde à peu près anhydre; la réaction est faiblement explosive.

» Tous ces corps se dissolvent aisément dans l'acide sulfurique étendu, et leurs dissolutions se comportent comme des mélanges de sulfate de zinc et d'eau oxygénée. On n'observe, pendant cette réaction, aucun dégagement d'oxygène libre, ce qui permet de faire l'étude thermique de ces composés.

» II. J'ai obtenu, vers +15°, pour la dissolution de chacun de ces peroxydes dans la quantité exactement calculée de SO^4H^2 étendu ($98^g = 4^l$), les nombres suivants :

	Cal
$Zn^3O^5 + 2H^2O$ sol. $+ 3SO^4H^2$ dissous	$+16,04 \times 3$
$Zn^3O^5 + 3H^2O$ sol. $+ 3SO^4H^2$ dissous	$+15,49 \times 3$
$Zn^4O^7 + 4H^2O$ sol. $+ 4SO^4H^2$ dissous	$+14,86 \times 4$
$ZnO^2 + 2H^2O$ sol. $+ SO^4H^2$ dissous	$+14,86$

(1) M. Kouriloff avait déjà indiqué que le produit obtenu dans ses expériences se décomposait un peu au-dessus de 180° (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXIII, p. 429).

ce qui permet de calculer les chaleurs de formation suivantes dans les deux hypothèses possibles ([1]).

» *Première hypothèse.* — Les produits obtenus sont de véritables peroxydes plus ou moins hydratés : $ZnO^n + mH^2O$:

	Cal			
$Zn^3O^3, 2H^2O$ sol. + O^2 gaz = $Zn^3O^5, 2H^2O$ sol.....	$-13,47 \times 2$	ou	$-8,98 \times 3$
$Zn^3O^3, 3H^2O$ sol. + O^2 gaz = $Zn^3O^5, 3H^2O$ sol.....	$-16,06 \times 2$	ou	$-10,71 \times 3$
$Zn^4O^4, 4H^2O$ sol. + O^3 gaz = $Zn^4O^7, 4H^2O$ sol.....	$-15,85 \times 3$	ou	$-11,88 \times 4$
$ZnO, 2H^2O$ sol. + O gaz = $ZnO^2, 2H^2O$ sol.....	$-18,64$		

» *Seconde hypothèse.* — Il s'agit de combinaisons d'addition formées par l'eau oxygénée, soit avec le protoxyde anhydre, soit avec les divers protoxydes hydratés :

Zn^3O^3 sol. + $2H^2O^2$ liq. anhydre = $Zn^3O^3, 2H^2O^2$ sol......	$+12,29 \times 2$	ou	$+8,19 \times 3$
Zn^3O^3, H^2O sol. + $2H^2O^2$ » = $Zn^3O^3, H^2O, 2H^2O^2$ sol..	$+12,24 \times 2$	ou	$+8,16 \times 3$
Zn^4O^4, H^2O sol. + $3H^2O^2$ » = $Zn^4O^4, H^2O, 3H^2O^2$ sol..	$+11,96 \times 3$	ou	$+8,97 \times 4$
$Zn(OH)^2$ sol. + H^2O^2 » = $Zn(OH), H^2O^2$ sol......	$+4,87$		

» III. Chacune de ces hypothèses peut à la rigueur se défendre. Cependant, la seconde me paraît plus probable pour plusieurs raisons :

» 1° Aucun de ces composés ne contient moins de molécules d'eau que d'atomes d'oxygène actif;

» 2° Leur stabilité relative s'explique mieux, tous les nombres du second Tableau étant positifs;

» 3° Il existe, en fait, une grande différence de stabilité entre le second et le dernier de ces composés, l'un ne se détruisant qu'à 190°, et l'autre se décomposant déjà à froid. Cette différence n'apparaît guère dans le premier Tableau (— 16,06 et — 18,64), tandis qu'elle est manifeste dans l'autre hypothèse (+ 12,24 et + 4,87). Bien plus, l'écart entre les deux nombres (+ 7,37) correspond précisément à une différence de stabilité de 200° environ.

» Je crois donc qu'il faut écrire les formules de ces quatre combinaisons

---

([1]) Je prends comme données auxiliaires les nombres suivants, qui résultent d'anciennes expériences ou de celles que j'ai fait connaître récemment pour les oxydes de zinc hydratés et condensés : chaleur de dissolution, dans l'acide sulfurique étendu, de ZnO : $+23^{Cal},91$; de $Zn(OH)^2$: $+19^{Cal},25$; de $ZnO, 2H^2O$: $+17^{Cal},92$; chaleur de formation de l'eau oxygénée anhydre liquide : — $21^{Cal},22$ à partir de O gaz et de H^2O liquide. Enfin chaleur de dissolution de H^2O^2 liquide : $+0^{Cal},48$.

de la manière suivante :

$Zn^3O^3 + 2H^2O^2$,
$Zn^3O^3, H^2O + 2H^2O^2$ ou $OH - Zn - O - Zn - O - Zn - OH + 2H^2O^2$,
$Zn^4O^4, H^2O + 3H^2O^2$ ou $OH - Zn - O - Zn - O - Zn - O - Zn - OH + 3H^2O^2$,
$ZnO, H^2O + H^2O^2$ ou $OH - Zn - OH + H^2O^2$,

les oxydes Zn^3O^3, H^2O et Zn^4O^4, H^2O étant des acides polyzinciques ou métazinciques, du même genre que les hydrates d'oxyde condensés que j'ai étudiés précédemment, et analogues aux sulfures hydratés Zn^3S^3, H^2O et Zn^4S^4, H^2O.

» Cette constitution pourrait sans doute être rapprochée de celle de l'acide perchromique, qui serait CrO^3, H^2O^2 d'après M. Moissan, ou bien Cr^2O^7, $2H^2O$, H^2O^2 d'après M. Berthelot, en écrivant cette dernière formule

$$Cr^2O^6, H^2O + 2H^2O^2$$

ou

$$OH - CrO^2 - O - CrO^2 - OH + 2H^2O^2,$$

c'est-à-dire en mettant en évidence un acide métachromique ou dichromique (l'acide des dichromates), de même que les acides métazinciques seraient sans doute les acides de certains zincates alcalins.

» Dans tous les cas, ces peroxydes de zinc hydratés seraient très différents des véritables peroxydes hydratés de calcium, de baryum, de lithium, de sodium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxyisopropylphosphinique.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Les dérivés éthérés de cet acide se préparent facilement au moyen des iodures alcooliques et du sel d'argent neutre que j'ai décrit précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 994).

» *Éther méthylique :* $C^3H^6OPO^3H(CH^3)^2$. — On traite le sel d'argent finement pulvérisé par un excès d'iodure de méthyle dilué avec de l'éther; après quelques heures d'ébullition, l'éther, filtré et évaporé, laisse cristalliser le produit en beaux cristaux limpides et fusibles à 76°. L'analyse et le dosage acidimétrique correspondent à la formule de l'éther neutre.

» L'éther éthylique, préparé comme le précédent, est liquide et répond à la formule $C^3H^6OPO^3H(C^2H^5)^2$.

» Ces éthers ne peuvent être distillés sans décomposition; celle-ci s'effectue avec

perte d'acétone et paraît devoir donner naissance à des composés intéressants. C'est ainsi que l'éther éthylique, maintenu à l'ébullition dans le vide jusqu'à ce que le point d'ébullition s'élève à 130°-140° sous 20mm, perd de l'acétone et donne par distillation, sans formation d'hydrogène phosphoré, un liquide qui, refroidi dans un mélange réfrigérant, se prend en une masse cristalline fusible à la température ordinaire.

» Le produit ainsi obtenu a les propriétés suivantes : c'est un liquide peu mobile, d'odeur éthérée, soluble dans l'eau, neutre à l'hélianthine et à la phtaléine et saponifiable progressivement par les alcalis. La solution du produit ainsi saponifié n'a aucune des réactions des acides oxyisopropylphosphorique ou phosphoreux avec les sels d'argent, de mercure et de plomb; mais, après ébullition avec un excès d'acide azotique, même très étendu, les réactions de l'acide phosphoreux apparaissent nettement, ce qui montre que ce corps doit être un pyro dérivé susceptible d'hydratation sous l'influence des acides étendus. Les titrages acidimétriques avant et après l'ébullition conduisent d'ailleurs à la même conclusion. Je n'ai pu, faute de matière, pousser cette étude plus loin et me propose d'y revenir ultérieurement.

» La saponification des deux éthers, méthylique et éthylique, décrits plus haut, a lieu très nettement en deux phases : dans la première, l'alcali ajouté est saturé presque instantanément et ceci jusqu'à ce que la quantité correspondant à un groupe éther ait été utilisée; puis la saponification s'arrête et il faut alors, pour mettre en évidence la seconde fonction acide, ajouter un excès de base et faire bouillir pendant plusieurs heures. Ces faits indiquent l'existence probable et la stabilité d'acides comparables aux acides méthyl- et éthylphosphoreux, et je me réserve de les étudier plus complètement.

» *Dérivé benzoylé de l'acide oxyisopropylphosphinique* $C^3H^6(OC^6H^5CO)PO^3H^2$. — Pour démontrer la présence d'un OH alcoolique dans cet acide, j'ai essayé de préparer son dérivé benzoylé. L'action directe du chlorure sur l'acide provoquant sa décomposition avec départ d'acétone, j'ai dû effectuer la benzoylation en présence de pyridine pour éviter l'action destructive de l'HCl formé. A la solution de l'acide dans un excès de pyridine on ajoute peu à peu un léger excès de chlorure de benzoyle dissous dans l'éther. Après réaction, on traite par l'eau, on chasse l'excès par des évaporations à sec successives et l'on précipite par l'acétate de plomb. Le précipité obtenu, lavé, est ensuite mis en suspension dans l'eau et traité par l'H^2S. La solution séparée du sulfure de plomb et concentrée laisse, par refroidissement, cristalliser de belles aiguilles qui représentent le corps cherché. Celui-ci fond à 102°; il est assez soluble dans l'eau, surtout à chaud, très soluble dans l'alcool et très peu soluble dans l'éther, même bouillant (à peine 1 pour 100).

» Cet acide correspond à la formule d'un dérivé monobenzoylé

$$C^3H^6(OC^6H^5CO)PO^3H^2;$$

neutralisé par la soude, il fournit avec AzO^3Ag un précipité blanc cristallisé qui représente, d'après son analyse, le sel neutre d'argent $C^3H^6(OC^6H^5CO)PO^3Ag^2$.

» En résumé, les formules des sels et des éthers et l'existence d'un dérivé benzoylé justifient le nom donné à cet acide et permettent de lui

attribuer la formule

$$\begin{array}{l}(CH^3)^2 = \underset{|}{C} - OH \\ \quad\quad\quad O = P = (OH)^2.\end{array}$$

» C'est le premier corps d'une série nouvelle d'acides oxyphosphiniques qui viennent se placer à côté des acides oxyphosphiniques préparés par l'action de PCl^3 sur les aldéhydes grasses ou aromatiques (Fossek, *Mon. f. Ch.*, t. V, p. 627). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation des éthers β-cétoniques-α substitués.* Note de M. **René Locquin**, présentée par M. A. Haller.

« *Point de départ.* — En faisant réagir les chlorures des acides gras sur les éthers acétylacétiques sodés, MM. Bouveault et Bongert ont obtenu un mélange des deux dérivés acylés isomères (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 701).

» Les C.-acidylacétates $\begin{array}{r}CH^3 - CO \\ R - CO\end{array}\!\!>\! CH - CO^2R'$, traités par la potasse aqueuse ou l'ammoniac gazeux, leur ont fourni la série des acidylacétates $R - CO - CH - CO^2R'$, possédant des propriétés analogues à celles des acétylacétates et, entre autres, celle de remplacer un des atomes d'hydrogène de leur groupe CH^2 par un radical R'' quand on les traite par un mélange d'éthylate de soude et d'un iodure alcoolique $R''I$.

» En faisant réagir l'iodure de méthyle sur le C.-butyrylacétylacétate de méthyle sodé, *en solution méthylalcoolique,* ces deux savants ont obtenu, non pas le méthylbutyrylacétylacétate de méthyle

$$\begin{array}{r}C^3H^7 - CO \\ CH^3 - CO\end{array}\!\!>\! C \!<\!\!\begin{array}{l}CH^3 \\ CO^2CH^3\end{array}$$

qu'ils attendaient, mais son produit de dédoublement, le méthylbutyrylacétate de méthyle

$$\begin{array}{c}C^3H^7 - CO - \underset{|}{CH} - CO^2CH^3 \\ \quad CH^3\end{array}$$

formé par suite de la séparation du groupement $CO - CH^3$ [1].

---

(1) Bongert, *Thèse de la Faculté des Sciences de Nancy*, 1901, p. 41.

» Si ce mode de formation des éthers acidylacétiques-α substitués peut être généralisé, il constituera une réaction importante, parce qu'il permettra d'obtenir en une seule fois ces composés sans qu'on soit obligé de passer par l'intermédiaire des éthers acidylacétiques non substitués.

» M. Bouveault m'a prié d'examiner comment se passait cette réaction en partant des dérivés C.-acidylacétylacétate et en traitant leurs dérivés sodés par des iodures alcooliques de condensation moléculaire très différente. J'ai trouvé que, dans tous les cas, la réaction obéit à l'équation suivante :

$$\text{(I)}\quad \left\{\begin{array}{l} \begin{array}{r}CH^3 - CO\\ R - CO\end{array}\!\!>CH - CO^2C^2H^5 + C^2H^5ONa + R'I \\ \quad = CH^3 - CO^2C^2H^5 + NaI + R - CO - \underset{\displaystyle R'}{\underset{|}{CH}} - CO^2C^2H^5 \end{array}\right.$$

et que les rendements étaient bons.

» Si l'on emploie des éthers bromhydriques, la réaction est moins nette et moins complète ; une partie du produit obéit à l'équation :

$$\text{(II)}\quad \left\{\begin{array}{l} \begin{array}{r}CH^3 - CO\\ R - CO\end{array}\!\!>CH - CO^2C^2H^5 + C^2H^5ONa + R'Br \\ \quad = RCO^2C^2H^5 + NaI + CH^3 - CO - \underset{\displaystyle R'}{\underset{|}{CH}} - CO^2C^2H^5. \end{array}\right.$$

» Quant aux éthers chlorhydriques, ils ne réagissent pas en général.

» J'ai eu soin de caractériser tous ces éthers β-cétoniques par les produits de condensation qu'ils donnent avec l'hydrate d'hydrazine.

» Il se fait des pyrazolones bisubstituées suivant le schéma :

$$\begin{array}{l} AzH^2 - AzH^2 \\ \qquad + CO^2C^2H^5 = H^2O + C^2H^6O + \\ R - CO - \overset{|}{CH} - R' \end{array} \qquad \begin{array}{c} A^2H \\ Az\overset{1}{\diagup\ \diagdown}CO \\ \Vert_2 \qquad _5| \\ R - C^3\!\!-\!\!-\!\!-^4CH - R' \end{array}$$

et qui, sauf pour les radicaux de poids moléculaires élevés, sont très bien cristallisées et très caractéristiques.

» Mode opératoire suivi. — D'une façon générale, il est avantageux de laisser en contact prolongé et à froid le dérivé C.-acylé à employer et l'alcoolate de soude. On ajoute ensuite l'iodure alcoolique et l'on chauffe à l'autoclave entre 100° et 110° pendant 6 heures au moins. Après refroidissement, on chasse l'alcool dans le vide, on reprend par l'eau, on neutralise s'il y a lieu, on extrait à l'éther et l'on rectifie dans le vide.

» Les éthers ainsi obtenus sont tous incolores et liquides à la température ordinaire.

RÉACTIONS EFFECTUÉES ET PRODUITS OBTENUS.

» A. *Action de l'iodure d'éthyle sur le C.-caproylacétylacétate d'éthyle.* — Nous avons préparé le C.-caproylacétylacétate d'éthyle en partant du chlorure de caproyle et de l'éther acétylacétique sodé suivant le procédé de MM. Bouveault et Bongert (*loc. cit.*). On atteint un rendement de 60 pour 100.

» Le C.-caproylacétylacétate d'éthyle bout à 136° sous 10^{mm} et sa densité à 0° est de 1,032.

» Le sel de cuivre correspondant est violet, soluble dans tous les réactifs organiques, insoluble dans l'eau, et fond à 53°.

» En faisant réagir l'iodure d'éthyle sur ce dérivé C.-acylé, on obtient, avec un rendement de 75 à 80 pour 100, l'*éthylcaproylacétate d'éthyle* bouillant à 128°-129° sous 13^{mm}. $D_0^4 = 0,9325$.

» La pyrazolone correspondante, ou 3-*amyl 4-éthylpyrazolone*, soluble dans l'alcool, insoluble dans le pétrole, assez soluble dans la benzine bouillante, forme des lamelles brillantes fondant à 136°.

» B. *Action du bromure d'éthyle sur le C.-butyrylacétylacétate d'éthyle.* — Il se fait (suivant les schémas II et I) un mélange *d'éthylacétylacétate d'éthyle et d'éthylbutyrylacétate d'éthyle* (¹) qu'on ne peut séparer par rectification.

» Ce mélange, traité par l'hydrate d'hydrazine, donne les deux pyrazolones correspondantes, inconnues l'une et l'autre, qu'on sépare par cristallisation fractionnée dans l'éther et la benzine.

» L'une, identique à celle que l'on obtient en partant directement de l'éthylacétylacétate d'éthyle, est la 3-*méthyl, 4-éthylpyrazolone.* Elle est soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, presque insoluble dans la benzine bouillante, et cristallise en paillettes fondant à 190°.

» L'autre correspond à l'éthylbutyrylacétate; c'est la 3-*propyl, 4-éthylpyrazolone;* elle est plus soluble que la précédente dans les mêmes réactifs et fond vers 145°.

» C. *Action de l'iodure d'octyle secondaire sur le C.-butyrylacétylacétate d'éthyle.* — La réaction I a lieu avec les iodures secondaires comme avec les iodures primaires, mais le rendement est moins bon. On retrouve du butyrate d'éthyle, de l'alcool caprylique, etc.; quant au *caprylbutyrylacétate d'éthyle*

$$\begin{array}{l} CH^3 - (CH^2)^2 - CO - \underset{|}{CH} - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad CH^3 - CH - (CH^2)^5 - CH^3, \end{array}$$

obtenu avec un rendement de 45 pour 100, il bout à 166° sous 16^{mm}. $D_0^4 = 0,9347$.

» La pyrazolone se forme difficilement; elle reste liquide et bout en se décomposant partiellement vers 270° sous 30^{mm}. »

(¹) L'éthylbutyrylacétate d'éthyle (ou butyrylbutyrate d'éthyle) a déjà été préparé différemment par M. Hamonet [*Bl.*, (3), t. II] et par MM. Moureu et Delange [*Bl.*, (3), t. XXVII].

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Résistivités électriques de sérums sanguins pathologiques et d'épanchements séreux chez l'homme.* Note de MM. **Lesage** et **Dongier**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons déjà utilisé l'appareil d'Ostwald, servant à mesurer les résistances électriques des solutions, dans l'étude de la fermentation lactique ([1]) et dans l'étude du sérum sanguin normal chez l'homme et chez divers animaux ([2]). Nous avons annoncé, en particulier, que la résistivité du sérum sanguin normal de l'homme oscillait à 16°,7 entre 100 et 103 ohms. Les recherches que nous avons poursuivies chez l'homme sont relatives : 1° aux sérums pathologiques; 2° aux épanchements des séreuses.

» Les malades ont été observés dans le service de l'un de nous à la Maison municipale de Santé. Les mesures ont toutes été rapportées à la température de 16°,7.

I. — Sérums pathologiques humains.

» *a.* Dans les maladies infectieuses fébriles, chez l'adulte (rougeole, scarlatine, oreillons, érysipèle, grippe, pneumonie, rhumatisme articulaire aigu, rhumatisme blennorrhagique), les valeurs de la résistivité ont varié, comme pour le sérum normal, entre 100 et 103 ohms. Ces résultats ne paraissent pas être influencés par l'intensité de l'infection, par l'état thermique et par la période de la maladie. Exceptionnellement et sans cause apparente, quelques-uns des nombres ont atteint 105 ohms ou sont descendus à 98 ohms; mais il est juste de dire que la grande majorité des cas relatifs à une même maladie a fourni des valeurs normales.

» *b.* Dans les maladies chroniques (syphilis, cancer, diabète, tabes, neurasthénie, alcoolisme, artériosclérose, emphysème, apoplexie, affections cardiaques, albuminurie sans accidents urémiques), les valeurs de la résistivité sont restées normales et comprises entre 100 et 103 ohms.

» *c.* L'urémie et surtout la fièvre typhoïde s'écartent notablement des maladies dont il vient d'être fait mention ; elles accusent une augmentation de la résistivité du sérum.

» *Urémie.* — Les albuminuriques sans accidents urémiques fournissent des valeurs normales; au contraire, dans le cas d'accidents urémiques, avec ou sans albumine, nous avons obtenu des nombres plus élevés, 108 ohms et même 113 ohms. L'accident urémique paraît être en relation avec cette augmentation. Ainsi, un malade en crise d'urémie fournit un sérum à 113 ohms. On le traite par la saignée; les accidents urémiques disparaissent et, 2 jours après, le sérum redevient normal à 101 ohms.

([1]) *Comptes rendus,* 10 mars 1902.

([2]) *Comptes rendus,* 14 avril 1902.

» *Fièvre typhoïde.* — La fièvre typhoïde se place tout à fait à part des maladies précédentes, et les résultats obtenus sont remarquables par leur netteté. D'une manière *constante* et *sans exception*, nous avons observé les valeurs comprises entre 106 et 109 ohms dans les cas bénins, 109 et 112 ohms dans les formes moyennes, 112 et 118 ohms dans les formes graves ([1]).

» La résistivité, observée pendant l'évolution de la maladie, augmente à mesure que la maladie progresse, passe par un maximum au début de la convalescence, puis tend à devenir normale. Il ne semble pas qu'il y ait un parallélisme nécessaire entre l'élévation de la température du malade et l'élévation de la résistivité du sérum.

» Voici quelques exemples :

A.		B.		C.	
	ω		ω		ω
10ᵉ jour....	109,5	12ᵉ jour....	113,3	16ᵉ jour....	110,5
16ᵉ jour....	118,0	16ᵉ jour....	116,6	26ᵉ jour....	109,0
23ᵉ jour....	111,0	36ᵉ jour....	108,5		

» Comme toutes ces observations ont été prises chez des malades soumis au régime lacté, on ne saurait attribuer à l'alimentation les différences observées. Par exemple, deux albuminuriques, l'un avec accidents urémiques, l'autre sans accidents, soumis à la même alimentation lactée, ont fourni des nombres différents. De même, chez le typhique, l'abaissement de la résistivité est observé pendant la convalescence, alors que le régime lacté continue à lui être appliqué.

II. — Épanchements séreux.

» Les valeurs suivantes de la résistivité électrique ont été obtenues chez des malades fébricitants ou non :

	ω		ω
Liquide pleural séro-fibrineux..................	95,7	à	102
Liquide articulaire blennorrhagique............			98
Liquide ascitique............................	89	à	90
Liquide céphalo-rachidien......................	80	à	82

» La coagulation de ces liquides par la chaleur ne change pas la résistivité. Ceci est d'ailleurs un fait connu; les albumines ne jouent pas de rôle appréciable dans la dissociation ionique des solutions salines.

» Il y a lieu de remarquer que les liquides des séreuses pleurales et articulaires ont une résistivité voisine de celle du sérum normal. Le liquide ascitique a une résistivité un peu moindre et le liquide céphalo-rachidien s'en éloigne davantage.

» Dans le cas où plusieurs ponctions ont pu être faites successivement, à quelques jours d'intervalle, nous avons noté chaque fois une décroissance de la résistivité.

([1]) Le diagnostic était établi par l'observation clinique et par le phénomène de l'agglutination.

EXEMPLES. — *Liquide ascitique.*

Première ponction. 3 janvier.	Deuxième ponction. 11 janvier.	Troisième ponction. 16 janvier.
89$^{\omega}$, 2	87$^{\omega}$	83$^{\omega}$

Liquide pleural.

5 janvier.	11 janvier.
98$^{\omega}$	92$^{\omega}$

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La zymase de l'*Eurotiopsis Gayoni. Note de M. **Mazé**, présentée par M. Roux.

« Dans le cours de mes recherches sur l'assimilation des aliments ternaires par les végétaux et les champignons, j'ai été conduit, à différentes reprises, à admettre l'existence de la zymase chez les cellules aérobies, et à supposer qu'elle est présente exclusivement dans les éléments jeunes.

» Je me propose, dans cette Note, d'apporter quelques faits destinés à justifier ces déductions. Mes expériences ont porté sur l'*Eurotiopsis Gayoni.*

» La question à résoudre comporte les deux propositions suivantes :

» 1° Montrer que le mycélium développé sous forme de voile superficiel, en large contact avec l'air, renferme de la zymase, sans qu'il soit nécessaire de le soumettre au préalable à des conditions de vie anaérobie;

» 2° Établir, toujours avec des cultures aérobies, que la quantité de zymase contenue dans l'unité de poids de mycélium diminue rapidement avec l'âge des cultures.

» Le moyen le plus pratique pour atteindre le but proposé consiste à fixer la diastase en soumettant le mycélium au moment où on le recueille, après un pressurage rapide entre des feuilles de papier buvard, à l'action d'un mélange de 3 parties d'alcool absolu pour 1 d'éther suivant les indications de M. Albert (¹).

» Ce traitement fixe la zymase en tuant le mycélium; le champignon, réduit ensuite en poudre très fine et placé dans une solution de glucose à 30 pour 100, donne naissance à un dégagement d'acide carbonique qui se manifeste au bout de 1 heure à 35° et devient bientôt tumultueux, mais les quantités d'acide carbonique et d'alcool recueillis ne sont pas comparables d'une expérience à l'autre parce que le traitement détruit la plus grande partie de la diastase.

(¹) *Berichte der d. ch. Gesell.*, t. XXXIII, 1900, p. 3775.

» La zymase de l'*Eurotiopsis* est d'ailleurs bien plus fragile que celle de la levure, du moins en apparence, car elle ne résiste même pas à une dessiccation dans le vide sec.

» Mais le mycélium qui a été traité suivant ce dernier procédé ne récupère pas sa zymase, lorsqu'il est placé à l'abri de l'oxygène, dans le liquide Raulin ordinaire, et pourtant il se développe facilement au contact de l'air. Cela prouve que cette diastase exige, pour se former, la vie aérobie. Voilà le fait intéressant fourni par ces procédés qui, sur tous les autres points visés, ne donnent que des résultats irréguliers.

» Pour obtenir des chiffres qui traduisent aussi fidèlement que possible la quantité de zymase présente dans le mycélium à un moment quelconque, j'ai placé les cultures développées sur milieu Raulin à 10 pour 100 de sucre, dans des solutions de sucre interverti stérilisées, réparties dans des fioles de 200^{cm^3}; l'air des récipients était enlevé avec soin et remplacé par de l'hydrogène. Le dégagement d'acide carbonique commence immédiatement; ce gaz a été recueilli sous le mercure.

» L'acide carbonique mis en liberté dans ces conditions mesure la quantité de zymase présente dans le mycélium. J'ai montré, en effet ([1]), que les cultures effectuées sur milieu alcoolisé ne dégagent pas d'acide carbonique lorsqu'on les prive d'oxygène, bien qu'on ait pris la précaution de les laisser en présence d'alcool. Cela veut dire que, si les cultures sur milieu sucré, traitées de la même façon, produisent de l'acide carbonique, celui-ci doit être rapporté exclusivement à la fermentation alcoolique du sucre.

» J'ai consigné dans le Tableau I les résultats obtenus en soumettant à la fermentation des solutions de sucre interverti de concentration variable par des voiles de 24 heures. Cet essai a pour but de fixer la dose optimum de sucre interverti qui convient à la zymase. Les chiffres inscrits au Tableau I expriment les volumes de gaz dégagés en 24 heures, évalués sous la pression normale et la température de 0°. L'expérience a été réalisée comme celles qui sont relatées plus loin, à la température de 30°.

Tableau I.

Concentration pour 100 de la liqueur sucrée	5	10	20	30	40	50
CO^2 dégagé pendant les premières 24 heures	$99,8^{cm^3}$	$129,2^{cm^3}$	$201,7^{cm^3}$	$207,7^{cm^3}$	$79,7^{cm^3}$	$36,3^{cm^3}$
CO^2 dégagé pendant les deuxièmes 24 heures	64	85,9	169,3	209,4	118,1	24,7
CO^2 dégagé pendant les troisièmes 24 heures	59	78,1	142,5	172,8	114,1	23,8
CO^2 dégagé pendant les quatrièmes 24 heures	45,8	67,2	135,8	»	113,7	23,4

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, mai 1902.

	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
CO^2 dégagé pendant les cinquièmes 24 heures	44,8	60,8	133,2	161,4	113,4	19,2
CO^2 dégagé pendant les sixièmes 24 heures	35,7	58,7	129	156,8	97,6	15,6
Poids du mycélium	259^{mg},4	317^{mg}	289^{mg}	307^{mg},8	275^{mg},3	207^{mg},2
Volume maximum dégagé en 24 heures rapporté à 1^{g}	384$^{cm^3}$,7	407$^{cm^3}$,5	697$^{cm^3}$,8	680$^{cm^3}$,3	428$^{cm^3}$,9	175$^{cm^3}$,1

» On voit que la dose optimum varie entre des limites très étendues. J'ai adopté pour les expériences qui suivent la concentration de 20 pour 100. Les résultats réunis dans le Tableau II ont été fournis par des voiles d'âge variable, empruntés à des cultures réalisées sur des milieux sucrés, glycérinés, lactiques et alcoolisés.

TABLEAU II.

	Sucre interverti.			Glycérine.			Acide lactique.			Alcool.		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Age des voiles.	24 h.	48 h.	4 j.	36 h.	3 j. 16 h.	7 j.	3 j.	5 j.	6 j.	24 h.	48 h.	5 j.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
CO^2 dégagé, 1er jour	140	46,4	21,7	10,8	13	7,2	10,8	14,6	9	3	6,1	0
» 2e »	130,7	90,1	30,2	23,1	22,3	15,3	22,8	21,5	19,9	3,8	7,7	
» 3e »	111,2	87,5	33,7	25,8	24	//	26,9	19,9	14,7		//	
» 4e »	104,3	83,3	39	25,2	25,4	11,4	24,3	16	13,3		10,3	
» 5e »	101,6	78,8	40,7	24,1	24,4	8	23,2	14,6			10,1	
» 6^{e} »	100,9	74,1	40,8	21,1	22,5	6,6	18,3				//	
» 7^{e} »	98,4	69,1	42,5	19,8	22,5	5,1	13,2				6,3	
» 8^{e} »	94,2	64,7	46,7	19,8	21,5	3,9	12,8				5,9	
» 9^{e} »	92,2	62,3	46,7	18,4	20,5						5,5	
» 10^{e} »	89	59	45,6	18,8	20,7						2,4	
» 11^{e} »	78,7	55,3	45,6	17,6	19,8							
» 12^{e} »	70,5	55,2	44,6	18,3	20,4							
» 13e »	63,9	49,8	42,8	17,6	19,6							
» 14e »	60,2	48,6	39,6	17,5	//							
» 15e »	49,5	45,3	38,3	16,5	16,7							
» 16e »	36,8	43,2		16								
» 17e »	26,1	37,5										
» 18e »	15,1	32,3										
» 19e »	6,1											
Poids, en milligrammes, du mycélium	215	347	446,6	127,4	195,6	229,5	263,9	271,7	381,1	36.4	159,3	
Volume maximum, en centimètres cubes, de CO^2 dégagé en 24 heures par gramme de mycélium	651	259	134	201	129	66	101	79	52	104	64	

» Ces chiffres montrent que les cultures jeunes sont les plus riches en zymase; la diastase se détruit rapidement à mesure que les cultures vieillissent; la deuxième partie du problème posé est donc démontrée.

» La levure cultivée en surface sur milieu solide donne lieu à des

observations de même ordre que les précédentes; mais avec elle la question se complique, en raison, sans doute, de la réserve d'oxygène qu'elle se crée pendant la vie aérobie. Avant d'exposer les résultats qu'elle m'a fournis, il convient de préciser ce détail important (1). »

CHIMIE. — *Sur la guérison de la casse des vins par l'addition d'acide sulfureux.* Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Roux.

« Dans une précédente Communication (2), j'ai montré, par des expériences assez nombreuses qui ont été répétées plusieurs fois depuis, que la guérison d'un vin cassable par l'addition d'une quantité minimum d'acide sulfureux exige que cet acide soit à l'état libre, c'est-à-dire oxydable dans le vin par l'iode à froid, et exige aussi l'intervention de l'oxygène de l'air, lequel paraît être le principal agent de destruction de l'oxydase et non l'acide sulfureux, comme l'avait supposé tout d'abord M. Bouffard. Cependant, cet auteur, dans une Note récente (3), maintient sa manière de voir en s'appuyant sur des expériences analogues aux miennes et dont les résultats sont en désaccord avec ceux que j'ai indiqués. M. Bouffard s'est, dit-il, placé dans les mêmes conditions que moi; j'ai cependant lieu de croire que ces conditions ont été assez différentes, comme je le montrerai plus loin.

» M. Bouffard m'oppose aussi des résultats basés sur la précipitation de l'oxydase par l'alcool et sur la réaction qu'elle fournit avec la teinture de gaïac.

» Par exemple, le précipité du vin cassable non traité par l'acide sulfureux agissant fortement sur le gaïac ou sur un vin sain, tandis que le précipité du vin traité est inactif sur le gaïac et, encore mieux, sur le vin non cassable, la conclusion est que l'oxydase a été détruite par l'acide sulfureux.

» Je ferai remarquer que le précipité inactif au gaïac contient toujours une petite quantité d'acide sulfureux, et cette même quantité, ajoutée à la solution du précipité actif, suffit pour le rendre inactif. Cela ne prouve pas, il est vrai, que l'oxydase n'est pas détruite dans le précipité du vin sulfité, mais on le démontre en rendant ce préci-

---

(1) Ma Note du 3 février 1902 (*Comptes rendus*) renferme un erratum. Tableau II, *au lieu de* (huiles retirées du lot n° 1), *lisez* (huiles retirées du lot réservé pour l'analyse). Faire la même correction ligne 13, même page.

(2) *Comptes rendus*, 24 mars 1902.

(3) *Comptes rendus*, 9 juin 1902.

pité actif en éliminant l'acide sulfureux, soit par une seconde précipitation, soit par l'eau oxygénée (employée convenablement) suivant le procédé de M. Dienert.

» A plus forte raison doit-on obtenir un précipité actif sur le gaïac et sur un vin sain, en traitant par l'alcool un vin, additionné de la quantité minimum de SO^2 libre nécessaire pour le guérir à l'air, mais conservé sans air jusqu'à la disparition de SO^2 libre, lui laissant la faculté de casser par aération : l'expérience montre, en effet, que ce précipité est aussi actif que celui du vin non sulfité, tandis que, dans le précipité du vin guéri par SO^2 et l'aération, l'oxydase paraît détruite comme dans un témoin porté à l'ébullition.

» C'est cette dernière partie de l'expérience seulement qui doit expliquer le résultat suivant que M. Bouffard croit avoir obtenu dans les conditions de la première partie : un vin traité par SO^2, ne cassant plus et donnant, 20 jours après le traitement, un précipité inactif au gaïac alors qu'il ne contenait plus que $0^g,0012$ de SO^2 libre au lieu de $0^g,025$ primitivement. Le soin d'éviter le contact de l'air paraissant avoir été négligé, c'est donc probablement l'aération qui avait fait disparaître les propriétés de l'oxydase et non l'acide sulfureux.

» Enfin, je citerai une dernière expérience qui continue à infirmer l'hypothèse de M. Bouffard : si l'on traite, à l'abri de l'air, un vin cassable par des doses variables de SO^2, et que, 24 heures après, temps laissé à SO^2 pour agir sur l'oxydase, on expose à l'air une partie de chaque essai tandis que l'autre est précipitée par l'alcool, on constate qu'un ou plusieurs de ces précipités bleuissent le gaïac, bien que la partie de l'essai correspondante exposée à l'air soit exempte de casse.

» J'examinerai maintenant une autre hypothèse, due à M. Dienert, d'après laquelle l'acide sulfureux serait un paralysant et non un destructeur de l'oxydase.

» Avec cette hypothèse, qui est opposée également à celle de M. Bouffard, on ne peut expliquer la guérison de la casse qu'en faisant intervenir l'oxydation par l'air pour détruire la diastase paralysée ; quant au cas des vins cassables sulfités et cassables encore après disparition de SO^2 libre, il rentre facilement dans l'hypothèse.

» Je ne crois pas cependant que les doses de SO^2 qui guérissent les vins cassables avec l'aide de l'air puissent exercer une action paralysante bien sensible sur l'oxydase. J'ai montré, en effet, antérieurement, que les phénomènes d'oxydation par l'air sont, dans un temps donné, tout aussi énergiques dans un vin cassable sulfité que dans le même vin non sulfité ; les seules différences étant, pour le premier cas, l'absence de précipitation de la couleur et une production de CO^2 un peu plus grande. D'autres expériences m'ont montré, par contre, que, toutes choses égales d'ailleurs, dans les vins sains traités par SO^2, les phénomènes d'oxydation par l'air sont notablement moins intenses que dans les mêmes vins non sulfités ; de sorte que, pour les vins cassables, cette différence d'intensité devrait être bien plus considérable si l'oxydase était paralysée. L'oxydase restant au contraire active et la matière colorante étant protégée de l'oxydation comme elle paraît l'être dans un vin sain sulfité, cette activité se porte davantage sur les autres éléments oxydables du vin qui fournissent un surcroît de CO^2.

» En outre, quand on étudie l'action paralysante de SO^2 vis-à-vis de la réaction au

gaïac des liquides de culture du *Botrytis cinerea*, on trouve que c'est seulement à des doses plus de vingt fois supérieures à celles qui guérissent les vins les plus cassables, que cette action paralysante est complète; or, il est difficile d'admettre que ces liquides de culture contiennent vingt fois plus d'oxydase que ces vins.

» En somme, les résultats qui précèdent me permettent de maintenir fortement ma théorie sur la guérison de la casse par l'addition de SO^2, théorie que je développerai de la manière suivante :

» Dans les vins cassables, la matière colorante et tout ou partie de l'oxydase, deux corps colloïdes, sont intimement unies dans une sorte de combinaison soluble à l'abri de l'air, mais insoluble au contact de l'air par fixation d'oxygène. L'introduction de SO^2 romprait cette union intime des deux corps, mais l'acide sulfureux libre seulement, qui peut se fixer sur la couleur et former obstacle à son oxydation trop brutale.

» L'oxygène de l'air absorbé par le vin se répartissant sur les éléments oxydables de ce liquide et notamment sur l'oxydase et l'acide sulfureux qui sont détruits simultanément, le vin se trouve guéri de la casse, après une aération suffisante, si la quantité de SO^2 libre est égale ou supérieure à une quantité minimum variable avec la quantité d'oxydase. »

MÉDECINE. — *Recherches sur les Culicides de l'Algérie*. Note de M. **H. Soulié**, présentée par M. A. Laveran.

« L'opinion émise par M. Laveran, depuis plusieurs années, sur le rôle des Culicides dans la propagation du paludisme a été confirmée d'une manière éclatante par les recherches de Ronald Ross, de Koch, de Grassi et de P. Manson. Il était indiqué d'en poursuivre la vérification dans un pays palustre comme l'Algérie; c'est le but que je me suis proposé. Je résumerai dans cette Note les premiers résultats de mes recherches.

» Je me suis efforcé d'abord de déterminer si toutes les régions palustres étaient habitées par des moustiques, et de savoir à quels genres et à quelles espèces ils appartenaient.

» Pour avoir la répartition des moustiques dans les centres exposés au paludisme, j'ai fait appel à l'obligeance de mes confrères et à celle de quelques autres personnes qui ont bien voulu me prêter leur concours. J'ai envoyé les instruments, avec les instructions nécessaires pour la récolte, dans un grand nombre de points. J'ai reçu des échantillons de 34 localités: 27 proviennent du département d'Alger, 4 de celui d'Oran,

et 3 de celui de Constantine. Je prie mes correspondants de vouloir bien agréer mes sincères remercîments ([1]).

» Les récoltes ont commencé au mois de juillet 1901 et se sont poursuivies, avec plus ou moins de régularité et de succès, depuis lors. Elles ont été abondantes surtout pendant les mois de septembre et d'octobre. Le nombre total d'insectes capturés au 31 décembre dernier était de 3361, comprenant 107 *Anopheles*, 3097 *Culex* et 157 insectes divers (Diptères, Névroptères, etc.).

» Je n'ai pas pu procéder à la détermination de tous les moustiques récoltés, faute de temps et faute aussi des ouvrages nécessaires. J'ai constaté que, parmi les *Anopheles*, *A. claviger* est de beaucoup l'espèce la plus répandue. A Tablat j'ai trouvé *A. claviger* et *A. superpictus* (Grassi). Les *Culex* sont représentés par un grand nombre d'espèces; *C. pipiens* est l'espèce la plus commune. On s'explique la prépondérance des *Culex* par les conditions moins difficiles exigées pour le développement de leurs larves. On sait que ces larves peuvent se développer dans les fosses d'aisance. A Marengo, l'École des Frères ainsi que les maisons voisines, à Desaix, l'École communale sont rendues presque inhabitables à cause du grand nombre de moustiques qu'on y rencontre, et dont la multiplication est favorisée par des fosses d'aisance défectueuses. A Tipaza il existe une espèce de *Culex* dont les larves vivent dans l'eau de mer; ces larves trouvent des conditions favorables à leur développement dans les creux des rochers érodés par les vagues. Le nombre des moustiques est tel, pendant l'été, que les baigneurs en sont fort incommodés.

» Sauf dans quelques rares localités, j'ai trouvé des *Anopheles* dans toutes les régions où règne le paludisme; il est probable que les *Anopheles* existent dans ces localités, mais qu'ils y sont beaucoup plus rares et, par suite, plus difficiles à découvrir. Dans une ferme voisine de Duperré, le Bou Zehar, dont presque tous les habitants ont été impaludés, je n'ai rencontré tout d'abord que des *Culex*: un dernier envoi renfermait un seul *Anopheles claviger*; le nombre total des *Culex* était de 257.

» Tandis que les *Anopheles* se sont montrés rares dans les parties basses du Tell, ils ont été beaucoup plus nombreux dans les centres élevés ou dans ceux des Hauts-Plateaux, tels que Tablat et Vialar. Les moustiques provenant de ce dernier village, très éprouvé par le paludisme, appartiennent, pour la majeure partie, au genre *Anopheles*. A Maison-Carrée, j'ai trouvé les *Anopheles* plus nombreux dans les parties basses de la ville, encore exposées à la malaria, que dans les parties élevées; le quartier de Belfort m'a fourni une abondante récolte de moustiques composée presque

---

([1]) Localités du département d'Alger: Mustapha, Maison-Carrée, L'Arba, Gué-de-Constantine, Maison-Blanche, Coléa, Boufarik, La Chiffa, Rouïba, El-Biar, Vialar, Tablat, Marengo, Desaix, Tipaza, Meurad, Marceau, Zurich, Cherchel, Montebello, Bourkika, El-Affroun, Lavigerie, Duperré, Boghni, Mirabeau, Rebeval.

Pour Oran: Relizane, Mascara, Tlemcen, Aïn-Témouchent.

Pour Constantine: Philippeville, Oued-Marsa, Bône.

uniquement de *Culex*. Ce quartier est très sain; les malariques qu'on y rencontre ont contracté les fièvres ailleurs.

» Les expériences suivantes, réalisées dans le courant du mois d'octobre dernier, tendent à prouver, comme d'autres antérieures, que les *Culex* ne sont pas susceptibles de propager le paludisme.

» Dans une pièce de la prison de l'Harrach (Maison-Carrée), j'ai placé quatre malariques dont le sang contenait de nombreux hématozoaires. Après quatre jours, ces malades ont été remplacés par quatre détenus n'ayant jamais été impaludés, et dont le sang ne contenait pas d'hématozoaires. Des mousselines placées aux fenêtres empêchaient les moustiques qui avaient piqué les fiévreux de sortir. Ces hommes ont été laissés cinq jours en contact avec les moustiques emprisonnés avec eux. A la fin de l'expérience, tous les moustiques vivants ont été capturés. L'expérience a été recommencée une seconde fois; les fiévreux ont été remis dans la salle après l'enlèvement des mousselines et laissés quatre jours en contact avec de nouveaux moustiques venus du dehors. Les fenêtres ayant été de nouveau protégées, on place quatre hommes indemnes de fièvre (différents de ceux qui avaient servi à la première épreuve) dans cette même salle, et on les laisse cinq jours sans sortir en présence des moustiques qui avaient piqué les fiévreux quelques jours avant. Un mois après, aucun de ces huit hommes n'avait été atteint de paludisme.

» Les moustiques capturés après la première, comme après la seconde expérience, étaient tous des *Culex pipiens*; il n'y avait pas un seul *Anopheles*. Quelques-uns de ces *Culex* ont été disséqués. J'ai trouvé, parmi les globules plus ou moins altérés, des hématozoaires parfaitement reconnaissables, mais je n'ai pas assisté à la transformation des croissants, à la conjugaison des flagelles et des corps sphériques; je n'ai trouvé ni kystes, ni sporozoïtes. Quelques autres *Culex* ont été soumis à des coupes; les résultats ont été également négatifs.

» Mes investigations m'ont fait connaître un certain nombre de régions malariques riches en *Anopheles*. Je compte reprendre cet été mes recherches; j'espère qu'elles me permettront d'élucider quelques questions qui n'ont pu l'être l'année dernière. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le traitement du Black Rot*. Note de M. A. Prunet, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les méthodes de traitement du *Mildiou* furent appliquées au *Black Rot* dès son apparition en France. A côté de quelques succès, il y eut des échecs retentissants, et l'efficacité des bouillies cupriques fut mise en doute.

En réalité, ces bouillies sont efficaces, mais le Black Rot est une maladie très différente du Mildiou : elle doit être traitée tout autrement.

» Les caractères particuliers que présente le Black Rot tiennent au mode de dissémination des spores d'été ou de propagation de son parasite. On sait que ces spores se développent dans des pycnides qui se forment en grand nombre à la surface des lésions de Black Rot. On sait aussi qu'à leur maturité ces spores sont englobées dans un mucilage plus ou moins oléagineux. Quand le temps est sec, le mucilage les retient dans la cavité des pycnides; quand le temps est humide, le mucilage gonfle en absorbant de l'eau et sort par l'orifice des pycnides en entraînant les spores. L'eau permet donc seule aux spores de quitter la cavité des pycnides. C'est encore l'eau qui les libère, après leur sortie, en dissolvant ou dissociant le mucilage qui les retient dans sa masse. Si l'eau vient à manquer, avant leur libération complète, elles restent fixées et comme collées à la surface des corps où elles étaient parvenues.

» On comprend que ce processus a pour résultats : 1° de favoriser la conservation des spores qui sont maintenues dans la cavité des pycnides, lorsque le temps est sec; 2° de favoriser leur accumulation dans les lieux où elles se sont formées; 3° de faire obstacle à leur dissémination à de grandes distances. Par là se trouvent expliqués les caractères propres du Black Rot : ses allures endémiques, sa tendance à former des foyers; l'intensité foudroyante qu'il présente dans ses foyers, lorsque les conditions atmosphériques lui sont favorables; la lenteur de sa propagation.

» Le Black Rot se propage si lentement que, pendant la première année, tout au moins, de son arrivée dans une région, il ne présente qu'une faible intensité. Il en résulte que le traitement du Black Rot n'a pas besoin d'être appliqué en dehors des foyers de cette maladie. On sait qu'au contraire le traitement des maladies à allures épidémiques, à propagation rapide, comme le Mildiou et l'Oïdium, doit être appliqué chaque année dans tous les vignobles.

» Dans les foyers de Black Rot, le parasite envahit au printemps les premières feuilles de la vigne et, par invasions successives, gagne les divers organes au fur et à mesure de leur développement. Les organes végétatifs perdent avec l'âge toute réceptivité pour le Black Rot et ne souffrent généralement que fort peu de ses atteintes. Les fruits peuvent être attaqués à tout âge, et, dans les vignes non traitées ou insuffisamment traitées, ils sont chaque année plus ou moins complètement détruits. Le traitement du Black Rot n'a par conséquent pour objectif que la conservation des fruits. Les *invasions primaires*, qui sont dues aux spores formées dans les organes de conservation, ont lieu avant l'apparition du fruit; le fruit n'est donc exposé qu'aux *invasions secondaires*, qui sont dues aux spores d'été formées dans les pycnides qui se sont développées sur les feuilles et les axes floraux à la suite des invasions primaires.

» On pourrait, par suite, être tenté de croire que les invasions primaires peuvent être négligées et que tout l'effort du traitement doit être dirigé contre les invasions secondaires, en vue de la protection directe du fruit.

» Les expériences que j'ai faites pendant les cinq dernières années montrent que cette manière de procéder, qui est très coûteuse et présente de grandes difficultés à cause du développement considérable de l'appareil végétatif à l'époque des invasions du fruit, ne donne généralement que des résultats partiels lorsque les étés sont secs, et des résultats désastreux lorsque les étés sont pluvieux. Le processus de la dissémination des spores d'été explique aussi ces résultats. L'eau de pluie fait sortir les spores des pycnides provenant des invasions primaires et les entraîne ensuite; elle coule d'une feuille sur une autre, glisse le long des pampres, rejaillit en divers sens, pénètre les grappes les plus compactes et dépose sur son passage les spores dont elle s'est chargée en balayant les organes blackrotés. Ces spores se fixent d'autant mieux qu'elles sont plus ou moins imprégnées de mucilage, c'est-à-dire de substance collante. Or, comme il est impossible, dans les conditions de la pratique, de recouvrir complètement de bouillie tous les organes doués de réceptivité pour le Black Rot et particulièrement les grains de raisin, comme les spores sont entraînées en grandes masses et que l'eau qui leur sert de véhicule assure en même temps leur germination, de nouvelles infections doivent fatalement se produire.

» Toutes les expériences que j'ai faites pendant ces dernières années montrent d'une façon concordante que la destruction des fruits provient de l'auto-infection des ceps par les spores formées sur le feuillage et les axes floraux à la suite des invasions primaires et que, pour sauvegarder la récolte, il suffit de protéger complètement les ceps contre les invasions primaires.

» Les spores qui produisent les invasions primaires, spores qui arrivent sur les organes par l'intermédiaire de l'air, existent en grand nombre dans les foyers de Black Rot, lorsque la vigne épanouit ses premières feuilles; on peut les considérer comme épuisées après la floraison. Le traitement du Black Rot commence donc au début de la végétation de la vigne et se termine à sa floraison.

» Les invasions *primaires* peuvent être au nombre de deux à trois, et chacune doit être prévenue par un traitement spécial. J'ai montré qu'une invasion est toujours due à une période de pluie d'une certaine durée, et que les traitements isolés, effectués *peu de jours avant une période de pluie, préservent seuls entièrement* de l'invasion qu'elle est susceptible de produire. Dans l'état actuel de la Science, il est impossible de prévoir avec certitude les périodes de pluie susceptibles de produire des invasions. Dans les petits vignobles, on peut attendre pour traiter que le temps devienne

incertain, quitte à terminer, s'il y a lieu, le sulfatage sous la pluie. Dans les grands vignobles, dont le traitement exige de 3 à 6 jours ou davantage, cette méthode est difficilement applicable.

» J'ai déterminé expérimentalement la durée de l'intervalle *maximum* que l'on peut laisser entre deux traitements successifs, pour prévenir les invasions; j'ai trouvé que cet intervalle est de *dix jours*. En règle générale, on devra donc traiter, chaque 10 jours, depuis le début de la végétation jusqu'à la floraison. Mes expériences ont été faites dans les foyers particulièrement intenses du Bas-Armagnac et des Landes, avec la *Folle blanche*, cépage extrêmement sensible au Black Rot. Avec d'autres cépages, on pourrait peut-être espacer un peu plus les traitements. D'ailleurs, les traitements se font à une époque où ils sont faciles et peu onéreux, par suite du faible développement de la vigne.

» Il faut remarquer, en outre, que ces traitements ne devront pas être répétés chaque année indéfiniment. Les foyers de Black Rot s'éteignent lorsque les récoltes sont préservées, parce que le parasite ne forme pas d'organes de conservation. La plupart des foyers qui existaient en France de 1895 à 1897 peuvent être considérés comme pratiquement éteints, puisque le Black Rot ne s'y montre plus en l'absence de tout traitement spécial. Il y a tout lieu de croire que les foyers actuels du Bas-Armagnac et de la Chalosse s'éteindront à leur tour, lorsque la méthode que je viens d'indiquer y sera rigoureusement appliquée. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Gothlandien inférieur du massif armoricain.* Note de M. F. **Kerforne**, présentée par M. de Lapparent.

« Le Gothlandien inférieur (Llandovery et Tarannon) présente, dans le massif armoricain, des modifications de facies qui l'ont fait souvent méconnaître. Dans le sud du massif et particulièrement dans l'Anjou, le Llandovery est représenté par des grès, auxquels succèdent des schistes avec intercalations de phtanites et quelquefois de calcaires. En certains points, les phtanites alternent avec des ampélites. En dehors de cette région et de ce facies, ce niveau ne paraissait pas être représenté jusqu'à présent.

» Les ampélites du célèbre gisement de Poligné, quoiqu'elles présentent des espèces communes avec les phtanites de l'Anjou, étaient rangées à un niveau plus élevé : le Tarannon. Je viens de constater à Poligné la présence de *Rastrites Linnæi* Barr. et de *Monograptus lobiferus* M'Coy. Ces espèces montrent que tout au moins une partie des ampélites de cette localité appartient au Llandovery.

» Dans le nord de l'Ille-et-Vilaine, le Llandovery est représenté, comme à Poligné, par des grès avec ampélites intercalées. Dans la carrière exploitée au Rocher d'Andouillé, j'ai constaté la présence de quatre zones ampélitiques bien distinctes. La première contient *Mon. lobiferus* M'Coy, *Diplograptus palmeus* Barr., *Mon. cf. nuntius* Barr. et appartient au Llandovery. La seconde, séparée de la première par des grès, contient des espèces complètement différentes, parmi lesquelles : *Mon. crispus* Lapw. et un *Diplograptus* différent du *D. palmeus* Barr.; elle paraît appartenir au Tarannon. Au-dessus, se trouvent encore quelques bancs de grès peu épais, puis viennent deux zones ampélitiques du Wenlock : la zone à *Retiolites Geinitzi* Barr. et la zone à *Mon. riccartonensis* Lapw.; les couches supérieures ne sont pas visibles.

» Dans l'ouest du massif, le Gothlandien inférieur est probablement représenté par les grès peu épais subordonnés aux ampélites du Wenlock; ils ne m'ont fourni aucun fossile.

» Les ampélites du Gothlandien inférieur paraissent former dans les grès des bancs sans continuité, s'effilant aux extrémités; ces lentilles ampélitiques semblent même ne pas occuper exactement le même niveau dans toutes les localités.

» Cette intercalation irrégulière d'ampélites au milieu de sédiments très détritiques est incompatible avec leur ancienne attribution à des dépôts de grande profondeur. Il en est de même de leur composition; elles ne sont pas constituées exclusivement par des précipités organiques et chimiques; le quartz clastique n'est pas rare dans les ampélites de Bretagne, et toutes contiennent en abondance des parcelles de mica terrigènes. »

GÉOLOGIE. — *Faits nouveaux ou peu connus, relatifs à la période glaciaire.* Note de M. **David Martin**, présentée par M. de Lapparent.

« La présente Note est le résumé de quelques-uns des résultats que nous exposons dans un long travail, fruit de 32 années d'explorations dans le bassin de la Durance et dans celui du haut Drac.

» 1° Le creusement de la vallée de la Durance comprend deux phases : *a* et *b*.

» *a*. Le creusement de la basse vallée (aval de Manosque) date de la fin du Miocène.

» *b*. La partie amont est pléistocène et antéglaciaire. Le creusement jusqu'à 530^m de profondeur de cette partie a été précédé et suivi de phases à climat doux et humide

plus tempéré que celui d'aujourd'hui. Ces deux phases sont caractérisées par la faune et la flore de tufs calcaires édifiés sur le thalweg de la vallée et par l'absence de tout ruissellement torrentiel.

» 2° Les glaciers n'apparurent donc que bien longtemps après la surrection des grands massifs montagneux. Car le climat tempéré dont jouissait la vallée pendant le Pliocène et les longs débuts du Pléistocène exclut toute idée de glaciers sur les Alpes de la Durance.

» 3° Il existe deux types bien définis de moraines profondes : A et B.

» Le type A, appartenant aux vallées granitiques ([1]), a un facies torrentiel : vallées du Pelvoux.

Le type B, à argile à blocaux des auteurs, est uniquement propre aux vallées schisteuses ou calcaires : Queyras, Ubaye, Dévoluy, etc.

» Les migrations transversales du glacier ont déterminé, sur la vallée confluente, l'interstratification de moraines profondes caillouteuses (terrasses) et de moraines argileuses.

» 4° Lors de la retraite des glaciers, les eaux de ruissellement des croupes émergées ont provoqué, sur les bords des glaciers, la formation de *terrasses adventives,* étagées sur la pente des vallées. Assez fréquemment ces terrasses accidentelles ont été recouvertes de blocs ou de moraines pendant les oscillations des glaciers : *Terrasses de Vaumeilh* ([2]) *coincées à l'aval dans du glaciaire homogène et d'une seule venue.*

» 5° En remaniant les alluvions anciennes à éléments altérés de Bellevue et les cargneules poudreuses et rutilantes d'Upaix, le glacier donna, à l'aval, aux moraines de Mison, Sisteron, un aspect, très accentué, de haute antiquité. Cet aspect est donc tout à fait accidentel.

» 6° Le phénomène du remontage de matériaux opéré par le fond des glaciers sur les contre-pentes se trouve vérifié par le transport de spilites jusqu'à plus de 500^{m} au-dessus de leur gisement dans huit vallées latérales envahies par l'aval : vallée de Bréziers, etc.

» 7° Les amas d'éboulis de pente équilibrés dans le glaciaire sur les pentes des escarpements ensoleillés au pied desquels sont venus expirer les lobes du glacier fournissent de très intéressants renseignements sur le taux annuel moyen des dépôts glaciaires. (Crevasses annuelles entre les escarpements rocheux et le front des lobes du glacier : Modard d'Espinasse, Piégut, Bréziers, etc.)

» 8° Au début les glaciers ont d'abord donné, par leurs moraines profondes, un profil en U à leur vallée. Puis, par leurs remaniements, ils ont plus ou moins rétabli le profil en V primitif. Pendant ce déblaiement et au fur et à mesure de l'ablation, ils ont en général édifié sur leurs bords une topographie morainique marquée par des moraines frontales et latérales. Celles-ci, très nombreuses, sont étagées sur les pentes et indiquent une ablation continue mais intermittente jusqu'au fond des vallées. Il n'y a donc eu ni fusion en masse ni débâcle finale de ce fait.

([1]) Les glaciers sont absolument inaptes à transformer en argile plastique des granites non déjà kaolinisés; c'est une simple constatation.

([2]) Ces terrasses, quelle que soit leur altitude, ont leurs éléments inaltérés et présentent à leur base des assises inclinées dans divers sens.

» En revanche les moraines frontales sont très rares, et leur existence est presque toujours justifiée par une topographie spéciale : par une dépression préexistante, ou par une exposition au nord d'un escarpement qui, en retardant la fusion, a permis un arrêt et le dépôt des moraines frontales.

» 9° Il n'existe pas, en Durance, de cônes fluvio-glaciaires. Ceux signalés par MM. Kilian et Haug dans le Buëch et la Luye nous paraissent des *terrasses adventives* déterminées par le glacier principal qui barrait ces vallées à l'aval.

» 10° L'action glaciaire a dû favoriser le concrétionnement des cailloutis, car des poudingues grossiers et très caverneux ont reçu des polis glaciaires formant miroir que ne pourrait reproduire l'art humain par le simple effet du limage le plus délicat.

» *Conclusion.* — Les quelques particularités que nous venons de signaler suffisent, croyons-nous, pour faire entrevoir la valeur des raisons qui étayent notre conviction en faveur de l'unité de la période glaciaire dans la vallée de la Durance. Nous ne serions pas surpris que, par le caractère général de quelques-uns, les faits que nous exposons eussent une portée dépassant les limites de notre région. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juin 1902.

Jubilé de M. Albert Gaudry, 9 mars 1902. Paris, imp. Lahure; 1 fasc. in-8°. (Présenté en hommage par M. Edmond Perrier.)

Poudres et explosifs. Dictionnaire des matières explosives, par le Dr J. Daniel; *Préface* de M. Berthelot, Membre de l'Institut. Paris, Vve Ch. Dunod, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot, pour l'un des concours de 1902.)

État-Major général de la Marine. Service hydrographique : *Constantes harmoniques d'un certain nombre de ports calculées par le Service des marées.* Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Hatt.)

Le Ricin : botanique, culture, industrie et commerce, par Marcel Dubard et Philippe Eberhardt. Paris, A. Challamel, 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bonnier.)

Paléobotanique : Flore fossile des terrains houillers du Tarn, par Alfred Caraven-Cachin. Paris, Masson et Cie, J.-B. Baillière et fils, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Photographs of stars, star clusters, and nebulæ, by Isaac Roberts. Londres, s. d.; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

L'etere e la materia ponderabile : Teoria meccanica dei principali fenomeni fisici; con 18 figure nel testo, per Ing. M. Barbera. Turin, 1902; 1 fasc. in-8°.

Is the Moon a dead planet? by William-H. Pickering. (Extr. de *The Century Magazine*, mai 1902.) 1 fasc. in-8°.

The John Crerar library sventh annual Report, for the year 1901. Chicago, 1902; 1 vol. in-8°.

Nova acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; ser. III, vol. XX, fasc. 1, 1901. Upsal, Ed. Berling, 1901; 1 vol. in-4°.

Abhandlungen der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften, aus dem Jahre 1901, mit 7 Tafeln. Berlin, Georg Reimer; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; I-XXII, 9 Januar-24 April 1902. Berlin, Georg Reimer; 12 fasc. gr.-in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 juin 1902.

Études et données sur l'Hydrologie générale de la France au point de vue de l'annonce des crues, publiées par M. Georges Lemoine, avee la collaboration de M. Babinet. Bassin de la Garonne et de l'Adour. Paris, Imprimerie Nationale, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. G. Lemoine.)

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute-Garonne; t. I, fasc. 1, 1901. Toulouse, E. Privat, 1902; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Rapport général, présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations et revaccinations pratiquées, en France et dans les Colonies, pendant l'année 1900. Melun, 1901; 1 fasc. in-12.

Douze cent mille ans d'humanité et l'âge de la Terre, par l'explication de l'évolution périodique des climats, des glaciers et des cours d'eau, par L. Rémond. Imprimerie de Monaco, 1902; 1 vol. in-12.

Nouvelle théorie céleste, par A.-A. Humbert. Marseille, 1899; 1 fasc. in-12.

La fièvre bilieuse hémoglobinurique observée en Grèce : Statistique, étiologie, traitement, par le Dr Jean-P. Cardamatis (d'Athènes). Paris, Maloine, 1902; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. IV, année 1901. Angers, Germain et G. Grassin, 1902; 1 vol. in-8°.

Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale; 4e série, t. I, 2e livraison, 1902; texte et atlas. Saint-Étienne; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-4°.

Catalogue of scientific papers (1800-1883). Supplementary volume, compiled by the Royal Society of London; vol. XII. Londres, C.-J. Clay et fils, 1902; 1 vol. in-4°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1905; first edition. Washington, 1901; 1 vol. in-4°.

Report of the Astronomer Royal to the Royal Observatory, Greenwich, read at the annual visitation of the Royal Observatory, 1902, *June* 7, by W.-H.-M. Christie. s. l.; 1 fasc. in-4°.

Memorie del R. Osservatorio del Collegio Romano, pubblicate per cura del Direttore Pietro Tacchini; serie III, vol. I-III. Rome, 1899-1902; 3 vol. in-4°.

Berichte über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrica, herausgeg. v.

kaiserlichen Gouvernement von Deutsch-Ostafrica Dar-es-Salàm; Bd. I, Hefte 1, 2. Heidelberg, 1902; 2 fasc. in-8°.

Celeritas, journal sténographique Duployer; 2e année, mai 1902. Bruxelles; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(T. CXXXIV, séance du 23 juin 1902.)

Note de M. *A. Barillé*, Analyse chimique du *Piper Famechoni* Heckel, ou poivre de Kissi (Haute-Guinée) :

Page 1514, ligne 9, *au lieu de :*

Cendres insolubles	9,40

lisez :

Cendres insolubles	0,94

Page 1514, lignes 8, 9 et 14, les substances :

Extrait alcoolique	19,250
» aqueux	16,076
Azote total	1,820

ne faisant pas partie de la composition centésimale, figurent par erreur dans le Tableau.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUILLET 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Actions électrolytiques manifestes, développées par les piles constituées par la réaction de deux liquides renfermant l'un un acide, l'autre un alcali;* par M. **Berthelot.**

« La découverte des conditions précises qui déterminent la limite de visibilité des réactions électrolytiques m'a conduit à reprendre, à ce point de vue, l'étude des piles fondées sur la combinaison d'un acide et d'une base, en dissolutions étendues. J'ai réussi à constater que ces piles sont, en effet, susceptibles de déterminer des électrolyses visibles et continues. Je vais résumer mes nouvelles expériences.

» 1. *Acide chlorhydrique et soude :* $HCl + NaOH$.

» (*a*). 6 éléments avec vases poreux,

$$E = 2^{volts},40 \text{ initial}; \ 1^{volt},32 \text{ et } 1^{volt},58 \text{ finals.}$$

» On a fait agir le courant sur un voltamètre renfermant de l'acide sulfurique étendu additionné de pyrogallol, sous une pression de $0^{m},002$. Il y a eu dégagement d'hydrogène continu, net, quoique faible. On a mesuré simultanément l'intensité, en plaçant le galvanomètre sur le circuit, sans autre résistance que celle de l'instrument (205 ohms). On a trouvé ainsi *directement*

$$i' = \frac{6}{2000000} = 0^{amp},000003,$$

ce qui répond, d'après le calcul, à un dégagement d'hydrogène par minute égal à $0^{mg},0000018$.

» La limite de sensibilité, d'après mes études préliminaires, sous une pression de $0^{m},005$, c'est-à-dire un peu plus forte, était comprise entre $0^{mg},000003$ et $0^{mg},0000015$; il y a donc accord expérimental.

» (*b*). Un autre essai semblable, fait sous une pression décuple ($0^{m},018$), a fourni un résultat négatif, c'est-à-dire non visible, conformément à ce qui était prévu d'après les mêmes études.

» Je rappellerai mes essais antérieurs sur l'acide sulfurique.

» 2. *Acide sulfurique et soude.* — D'après deux expériences, signalées dans les *Comptes rendus* (23 juin 1902, p. 1472), 6 éléments de ce genre, sans vases poreux, dégagent d'une façon continue de l'hydrogène dans un voltamètre à pyrogallol, sous une pression de $0^{m},005$; résultat conforme d'ailleurs à la limite déduite des mesures d'intensité.

» 3. *Acide lactique et soude :* $C^3H^6O^3 + NaOH$.

» (*a*) 6 éléments avec vases poreux. E initial $= 2^{volts},6$; final $1^{volt},86$. On ferme le courant sur le voltamètre à pyrogallol et le galvanomètre ($R = 205^{ohms}$) réunis. Aussitôt : déviation, 45^{div}; pression dans le voltamètre, $0^{m},005$.

» Électrolyse très nette. La déviation tombe rapidement à 33^{div}; le dégagement gazeux, sous pression de $0^{m},005$, devient moins actif. $i' = 0^{amp},0000165$, correspondant à hydrogène par minute : $0^{m},000008$; valeur supérieure à la limite 0,000003. A ce moment $E = 1^{volt},86$.

» Le courant est refermé de nouveau, sur une résistance extérieure de 54000^{ohms}. Après 5 minutes : déviation, $18^{div},4$. $E = 1^{volt},6$.

» i' calculé répond à $0^{mg},000004$ d'hydrogène par minute. Électrolyse visible. On voit ici la décroissance simultanée de l'intensité et du débit électrolytique, jusque vers la limite de visibilité.

» (*b*) 12 éléments. E initial $= 4^{volts},4$; final, $3^{volts},0$ (12 éléments). Électrolyse nette, continue, mais faible, dans le voltamètre à pyrogallol; pression, $8^{m},005$. Le dégagement n'est pas visible sous la pression $0^{m},760$.

» L'intensité a été déterminée par deux procédés : d'un côté, I mesurée sans voltamètre avec R extérieure $= 54000^{ohms}$. Déviation après 5 minutes : $16^{div},5$. $E = 3,0$. Calcul pour $E = 3^{volts},0 - 0^{volt},8$, $i' = 0^{amp},0000067$; débit calculé d'hydrogène par minute, $0^{mg},000004$, chiffre supérieur à la limite 0,000003.

» D'autre part : i' mesuré *directement*, avec galvanomètre interposé sans autre résistance dans le circuit :

$$i' = 0^{amp},0000062 \text{ (mesure directe).}$$

» Débit calculé de H par minute : $0^{mg},0000037$.

» Les deux valeurs concordent et elles assurent un dégagement d'hydrogène vers la limite avec le voltamètre à pyrogallol, sous pression réduite : ce que l'expérience a vérifié. Or la comparaison des deux expériences exécutées, l'une avec 12 éléments, l'autre avec 6 éléments, montre que l'intensité finale n'a pas été accrue, au contraire, — non plus que le débit de l'hydrogène, — en doublant le nombre des éléments. C'est là une observation importante; la possibilité d'un semblable maximum est facile à prévoir d'après le calcul de I, ρ et i' et la décroissance de E; mais il est intéressant d'en constater la réalisation expérimentale. On va confirmer le fait sur d'autres piles analogues.

» 4. *Acide oxalique et soude* : $C^2H^2O^4 + NaOH$.

» (*a*) 6 éléments avec vases poreux, E initial $2^{volts},64$; final $2^{volts},4$.

» Courant fermé sur le voltamètre (avec pyrogallol) et le galvanomètre ($R = 205^{ohms}$) :

» Déviation 33^{div}. $i' = 0^{amp},0000135$ répond à H par minute $0^{mg},000008$.

» Électrolyse nette et continue, sous une pression de $0^{m},006$.

» (*b*) Autre essai avec la même pile, $E = 2^{volts},4$; final, $1^{volt},8$.

$$R = 54000^{ohms}, \text{ déviation après 5 minutes, } 19^{div};\ \rho = 135500;$$

$$i' \text{ calculé } \frac{1,8 - 0,8}{135500} = 0^{amp},0000074,$$

répond à H par minute $0^{mg},0000044$.

» On essaie l'électrolyse avec le galvanomètre, la résistance dans le circuit étant 205^{ohms}. Déviation 12^{div}. Mesure directe :

$$i' = 0^{amp},000006; \text{ répond à H par minute } 0^{mg},0000036.$$

» Electrolyse nette, faible et continue.

» (*c*) 12 éléments. E initial, $4^{volts},4$.

» Courant fermé sur le voltamètre (avec pyrogallol) et galvanomètre réunis :

Déviation 21^{div}. $i' = 0^{amp},000011$ mesure directe. H par minute $0^{mg},0000066$.

» Electrolyse nette et continue — les résultats ne diffèrent guère de ceux observés avec 6 éléments seulement. Ceci m'a donné l'idée d'en diminuer le nombre.

» (*d*). 4 éléments.

» Le courant fermé sur le galvanomètre et le voltamètre à pyrogallol. Pression, $0^{m},006$. Déviation, 21^{div}. Électrolyse nette et continue :

» $i' = 0^{amp},00001$; mesure directe; répond à H par minute $0^{mg},000006$.

» Ce sont à peu près les mêmes résultats qu'avec 12 éléments.

» (*e*). 2 éléments. Déviation, 3^{div}. i', mesure directe $= 0^{amp},0000015$. Pas d'électrolyse.

» (*f*). 3 éléments. Déviation, 12^{div}. i' mesuré directement $= 0^{amp},000006$; répond à H par minute $0^{mg},0000036$. Électrolyse nette et continue.

$$E = 1^{volt},41 = 0,47 \times 3.$$

» La limite de l'aptitude électrolytique est ici marquée nettement entre 2 et 3 éléments.

» 5. *Acide acétique et soude :* $C^2H^4O^2 + NaOH$.

» (*a*). 6 éléments. Vases poreux : à $5^h 11$, $E = 2^{volts},22$; croît; à $5^h 26$, $2^{volts},62$ ou $0,42 \times 6$ initial; E final $= 2^{volts},34$.

» Courant fermé sur galvanomètre et voltamètre à pyrogallol. Pression : $0^m,002$. Électrolyse nette et continue. Déviation, 22^{div}.

» i' mesure directe $= 0^{amp},000014$; répond à H par minute $0^{mg},0000084$.

» (*b*). 4 éléments. Déviation, 10^{div}. Électrolyse plus faible.

$$i' = 0^{amp},000005, \qquad \text{H calculé par minute} = 0^{mg},000003.$$

» (*c*). 3 éléments. Déviation, 4^{div}. H par minute calculé, $0^{mg},0000001$. Électrolyse invisible.

» (*d*). Élément E initial, $2^{volts},34$; E final, $1^{volt},8$.

» Déviation : $16^{div},5$ après 5 minutes, $R = 54000^{ohms}$, $\rho = 164000^{ohms}$,

$$i' = \frac{1,8 - 0,8}{164000} = 0^{amp},0000061,$$

$$\text{H calculé par minute, } 0^{mg},0000036.$$

» Électrolyse visible sous pression réduite.

» 6. *Acide chlorhydrique et ammoniaque :* $HCl + AzH^3$.

» (*a*). 6 éléments, vases poreux. E initial monte de $1^{volt},68$ à $1^{volt},90$; final, $1^{volt},32$,

$$R = 54000^{ohms}. \text{ Déviation après 5 minutes, } 4^{div}.$$

$$\text{Calcul de } i' = 0^{amp},000002. \text{ H par minute, } 0^{mg},0000012.$$

» Pas d'électrolyse visible sous une pression de $0^m,003$.

» (*b*). 6 éléments. $E = 2^{volts},02$.

» Aussitôt, on interpose le voltamètre à pyrogallol et le galvanomètre. Pression, $0^{m},003$.

» Déviation, 12^{div} : $i' = 0^{amp},000006$; H par minute, $0^{mg},0000036$.

» Électrolyse nette, quoique faible.

» (*c*). 4 éléments. Même disposition. $E = 0^{volt},98$. Déviation, $5^{div},5$. H par minute, $0^{mg},0000016$.

» Électrolyse visible, à la limite.

» (*d*). 3 éléments. Rien.

» D'après ces expériences, les piles fondées sur la combinaison d'un acide et d'une base possèdent une force électromotrice définie, développent un courant continu d'une intensité mesurable, et sont susceptibles d'électrolyser l'eau acidulée et additionnée de pyrogallol d'une façon continue et visible sous pression réduite, en en dégageant de l'hydrogène. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Existence, dans l'albumen de l'œuf d'oiseau, d'une substance fibrinogène pouvant se transformer,* in vitro, *en membranes pseudo-organisées.* Note de M. **Armand Gautier**.

« La coagulation ou précipitation des divers albuminoïdes solubles, par des ferments qui les insolubilisent en les isomérisant ou les dédoublant, est un phénomène classique : la caséase ou *lab* précipite la caséine soluble; la fibrinase, en agissant sur le fibrinogène, la myosinase, en modifiant le myosinogène, produisent la fibrine et la myosine ordinaires, les agglutinines coagulent certains albuminoïdes spécifiques, etc. Mais les matières ainsi chimiquement transformées se présentent sous forme amorphe, granuleuse, ou bien, si elles offrent quelque semblant d'organisation, comme la fibrine, elles se sont généralement formées au sein d'une humeur encore vivante, telle que le sang au sortir des vaisseaux. Existe-t-il des ferments aptes à transformer, en dehors de toute influence cellulaire, certaines substances albuminoïdes en fibrilles, que la cellule vivante n'a plus ensuite qu'à disposer suivant les lois mystérieuses de son développement? Les faits que je vais faire connaître semblent permettre de répondre par l'affirmative à cette question. Ils établiront, en outre, l'existence dans l'albumen d'œuf d'oiseau d'une substance protéique soluble, analogue au fibrinogène du plasma sanguin et au myosinogène de la fibre musculaire.

» Il y a plus de 50 ans que Melsens observait que du blanc d'œuf frais,

étendu d'eau et privé de tout corps en suspension grâce à une bonne filtration, se trouble dès qu'on l'agite ou qu'on fait traverser la solution par un courant de gaz quelconques, secs ou humides [1]. Je me suis assuré de la réalité de ce singulier phénomène; il se produit avec l'hydrogène, l'azote, l'acide carbonique et par agitation de la solution albumineuse dans l'air ou dans le vide.

» La substance qui vient ainsi troubler légèrement le blanc d'œuf se précipite sous forme de membranules transparentes, élastiques, d'une épaisseur de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ de millimètre. On y distingue, au sein d'un substratum amorphe granuleux, des sortes de fibrilles de $1^{\mu},5$ à 2^{μ} de diamètre, droites ou onduleuses, libres ou réunies entre elles. On dirait un commencement d'organisation.

» Il ne faudrait pas croire, avec l'auteur de ces premières observations, que la matière qui se membranise ainsi soit l'ovalbumine elle-même et que l'agitation suffise à insolubiliser l'albumine. Je me suis assuré que, *après bonne filtration sur papier*, l'albumine brute de l'œuf, étendue de 2^{vol} à 3^{vol} d'eau, reçue dans un vase plein d'azote ou d'acide carbonique, puis soumise à une longue agitation mécanique en présence de boules de verre destinées à fouetter la matière, ne donne jamais un dépôt dépassant $0^{g},5$ à $0^{g},6$ pour 100 grammes d'albumine, le tout calculé à l'état sec; le reste refuse ensuite de se transformer. La matière spéciale que fait apparaître l'agitation augmente si, immédiatement avant la filtration, l'albumen a été soigneusement dilacéré. Si l'on prend au contraire des œufs bien frais, qu'on se borne à faire passer leur albumen sous très faible pression à travers une toile métallique, qu'on délaye la masse dans l'eau et filtre aussitôt, la matière insolubilisée ensuite par agitation ou passage des gaz est minime. Avec dix blancs d'œufs ainsi traités je n'ai obtenu que $0^{g},30$ de membranules pesées sèches.

» La substance qui se sépare, par agitation, de l'albumine brute *filtrée* dérive elle-même d'un générateur soluble apte, comme on le verra, à être modifié par un ferment contenu dans les loges de l'albumen, et la matière précipitée par le choc ne correspond qu'à la partie variable de cette substance génératrice qui avait été modifiée avant filtration et qui était restée en solution, comme par une sorte de sursaturation que l'agitation fait cesser; mais une bonne partie de la substance transformable en membranules,

---

(1) *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, 1851, p. 185.

celle qui n'a pas encore subi la modification, reste en solution malgré l'agitation, et propre à être précipitée, après action du ferment, ainsi que nous le montrerons plus loin.

» La matière que l'agitation précipite du blanc d'œuf brut filtré est un albuminoïde qui appartient à la famille des fibrines. L'analyse m'a donné pour sa composition élémentaire :

$$C = 52,85; \quad H = 7,02; \quad Az = 15,77; \quad \text{Cendres: } 1\,^0/_0 \text{ environ } (^1).$$

» A. Wurtz a trouvé pour l'ovalbumine :

$$C = 32,90; \quad H = 7,20; \quad Az = 15,80$$

» Dumas et Cahours ont obtenu pour la fibrine du sang humain :

$$C = 52,8, \quad H = 7,0, \quad Az = 16,8, \quad \ldots;$$

Chittenden et Cummin ont trouvé pour la myosine :

$$C = 52,82, \quad H = 7,11, \quad Az = 16,77, \quad \ldots.$$

» La matière précipitée par l'agitation de l'albumen étendu et filtré possède d'ailleurs toutes les propriétés générales des albuminoïdes; elle se rapproche tout particulièrement de la fibrine du sang et de la myosine. Comme ces derniers corps, en effet, mais plus lentement qu'eux, elle décompose l'eau oxygénée. Elle se dissout imparfaitement dans les solutions étendues de sel marin et de nitre, et ces solutions coagulent faiblement à chaud lorsqu'on en sépare l'excès de sel par dialyse. Cette substance diffère cependant de la fibrine du sang en ce qu'elle se gonfle difficilement dans l'ammoniaque ou le carbonate sodique étendus. Les membranules dans lesquelles se transforme le générateur soluble présentent, enfin, l'état fibrillaire et l'élasticité de la fibrine, et l'on a vu que, comme pour cette dernière, l'agitation hâte leur précipitation.

» Il existe donc dans le blanc d'œuf d'oiseau une globuline soluble spéciale, analogue au fibrinogène et au myosinogène, apte à passer de l'état soluble à l'état insoluble, comme le font ces substances et dans les mêmes conditions apparentes, et il nous a paru très probable que, comme pour ces substances aussi, l'agent de cette modification devait être un ferment soluble.

---

(1) Elles étaient formées de phosphates et de chlorures alcalins avec un peu de chaux et de magnésie.

» Il ne faudrait pas croire, en effet, comme Melsens, que l'agitation des solutions d'albumine suffise, ou même soit nécessaire pour insolubiliser tout ou partie de cette substance. J'ai pensé que le choc ou le battage du blanc d'œuf agissaient indirectement surtout en dilacérant les loges de l'albumen, mélangeant et mettant en contact intime et direct toutes les parties du protoplasma, et hâtant ensuite, mais accessoirement, la formation d'un précipité de membranules nouvelles qui, dans le blanc d'œuf brut, qu'on ne filtre pas, se confondent avec les membranes préexistantes et ont pu échapper ainsi à l'observation.

» Les expériences suivantes ont pour but de montrer l'exactitude de cette opinion, l'existence du ferment modificateur et l'action secondaire, mais non nécessaire, de l'agitation ou du battage.

» Quatre blancs d'œufs frais, pesant ensemble 140^{g} à l'état humide, furent directement versés, sans agitation ni dilacération, dans quatre assiettes plates et rapidement séchés à 38° dans un courant d'air sec renouvelé. La matière pesait $18^{g},52$ à l'état sec. On la porphyrisa très soigneusement au mortier d'agate pour détruire les membranes préexistantes et bien mélanger toutes les parties du protoplasma primitif, et l'on divisa cette poudre en deux parties égales de $9^{g},25$ chacune. La première, A, fut versée avec précaution dans 400^{g} d'eau froide et lavée soigneusement au centrifugeur, sans agiter, pour séparer les membranes qu'on pesa sèches. On trouva :

Parties membraneuses préexistantes en A : $0^{g},970$.

» L'autre partie B fut également versée en 400^{cc} d'eau (avec addition de 2 gouttes de CS^2 pour éviter toute action bactérienne) et laissée 7 jours à l'étuve à 39° dans le but de permettre l'action du ferment insolubilisant, s'il existait, ferment que la porphyrisation très exacte avait eu pour but de libérer de ses loges membraneuses. Après 7 jours d'étuve, on traita la partie B comme A, par lavages, centrifugation et dessiccation, et l'on trouva :

Parties insolubles préexistantes ou nouvelles formées en B : $1^{g},0959$.

» La différence B — A = $0^{g},1259$ indique la quantité d'ovofibrinogène insolubilisé pendant l'étuvage.

» En rapportant à 100^{g} d'albumine brute d'œuf de poule calculée sèche, on voit qu'il s'est fait, dans cette expérience, $1^{g},36$ d'ovofibrine nouvelle

par action mutuelle et prolongée des diverses parties de l'albumen, et sans que le choc ou l'agitation aient été nécessaires. C'est une quantité dix fois plus grande au moins que celle qui se forme, par agitation, dans le blanc d'œuf frais brut étendu. La différence provient ici de l'insolubilisation à peu près totale, par le ferment mis en liberté, de l'ovofibrinogène de l'albumen pris dans sa totalité.

» Dans cette expérience, pour $0^{g},970$ de membranes préexistantes, il s'est formé $0^{g},1259$ d'ovofibrine nouvelle, soit une augmentation de 12,9 pour 100 de parties insolubles.

» A ce commencement de démonstration de la formation de cette ovofibrine par coagulation d'un ovofibrinogène dans les conditions aptes à favoriser l'action d'un ferment insolubilisant, je ne pouvais ajouter ici la preuve tirée de la disparition de l'activité de ce ferment lorsqu'on fait agir la chaleur qui eût coagulé, dans ce cas particulier, la totalité de l'albumine en expérience. J'ai donc été obligé de recourir à une démonstration indirecte. J'ai pensé que, l'albumen de l'œuf étant naturellement alcalin, cette alcalinité devait être une condition nécessaire ou du moins très favorable de l'action du ferment membranigène, et que cette action devait s'atténuer ou disparaître si, préalablement, on rendait le milieu légèrement acide. C'est ce que l'expérience a confirmé.

» Six blancs d'œufs frais furent directement reçus en six assiettes aussitôt placées dans des cloches à vide à 40°, de façon que le ferment restât autant que possible dans ses loges membraneuses et sans agir, comme dans l'œuf intact. Après dessiccation (14 heures) les albumens bien secs furent finement porphyrisés et la poudre divisée en deux parts A et B de poids égaux. On versa lentement chacune d'elles en 400 centimètres cubes d'eau bouillie et, après quelques heures, où l'on mélangea suffisamment et dissolvit les parties solubles en agitant le moins possible, on versa, dans la partie A, un volume d'acide acétique faible titré suffisant pour obtenir une très légère acidulation du milieu. La partie B, au contraire, ne reçut pas d'acide. Les deux flacons A et B, chacun additionnés d'une boule de naphtaline pour empêcher toute altération microbienne, furent alors placés 6 jours à l'étuve à 39° pour laisser agir le ferment dans ces deux conditions dissemblables. Après ce temps, le flacon B reçut le volume exact d'acide acétique dilué qu'avait reçu A, et les deux mélanges furent encore laissés 48 heures à l'étuve pour assurer, en chaque cas, une égale action de l'acide ajouté. A et B furent ensuite centrifugés, filtrés et lavés

soigneusement pour ne conserver que les parties insolubles. On obtint après dessiccation :

Parties insolubles de B	0^{gr},5842
Parties insolubles de A	0,4486
Différence : B — A =	0,1356

» Ainsi dans le milieu alcalin naturel de l'albumen, milieu évidemment favorable à l'action de ses ferments naturels, la quantité de corps membraneux insolubles de l'albumen primitif avait été augmentée de 24 pour 100.

» De ces expériences je tirerai les conclusions suivantes :

» 1° Il existe dans l'albumen de l'œuf de poule près de 1,5 pour 100 d'une substance soluble, analogue au fibrinogène ou au myosinogène, apte comme ces dernières, sous les influences qui favorisent l'action de leurs ferments spécifiques, à se transformer en une matière insoluble que le choc sépare à l'état membraniforme, ayant les propriétés générales des fibrines.

» 2° L'agitation n'est pas nécessaire à la formation de cette substance ; elle constitue seulement une condition favorable à son apparition dans l'albumine brute filtrée; le choc ou l'agitation en séparent la partie de l'ovofibrinogène déjà modifiée par le ferment, et tenue comme en état de sursaturation avant cette agitation, par un phénomène tout semblable à celui qui fait plus rapidement se concréter la fibrine dans le sang qu'on soumet à l'agitation.

» 3° L'humidité, la dissolution dans l'eau, la chaleur, l'alcalinité du milieu, c'est-à-dire les conditions qui favorisent l'action des ferments cellulaires animaux, favorisent aussi la transformation de l'ovofibrinogène en ovofibrine membraniforme ou amorphe.

» 4° Dans le blanc d'œuf intact, le ferment paraît contenu dans les loges membraneuses de l'albumen et être ainsi séparé de la substance fibrinogénique sur laquelle il n'agit dans ces conditions que très lentement. Son action devient plus rapide et complète si l'on dilacère l'albumen et détruit par battage l'organisation de ses membranes naturelles.

» 5° Des ferments analogues à la fibrinase ou à la caséase sont certainement répandus dans beaucoup d'organes et tissus, mais celui de l'albumen d'œuf d'oiseau, et sans doute aussi de bien d'autres protoplasmas cellulaires, est remarquable par l'aptitude qu'il possède de transférer une sorte de pseudo-organisation à l'albuminoïde qu'il insolubilise. Il ne reste plus

aux forces organisatrices de la cellule qu'à disposer cette matière fibrillaire suivant les lois qui règlent les formes histologiques de l'élément ou du tissu. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur l'acide glycuronique dans le sang du chien.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

« Nous insistons de nouveau (voir *Comptes rendus*, 4 novembre 1901) sur le fait que le sang du chien à l'état de santé renferme toujours une forte proportion d'acide glycuronique conjugué. Il n'est pas rare que l'extrait de sang, tel que nous le préparons, c'est-à-dire sans le faire bouillir en présence d'un acide, donne, à l'examen polarimétrique, o, et n'ait qu'un pouvoir réducteur assez faible, tandis qu'après ébullition en présence d'un acide, on a une déviation à droite et un pouvoir réducteur qui excède d'un bon tiers celui qui existait avant le chauffage. Il est à noter que ce pouvoir réducteur est souvent plus fort que celui que ferait prévoir le chiffre (exprimé en glucose) donné par le polarimètre.

» En soumettant à la fermentation, en présence de la levure de bière, un de nos extraits de sang normal, on constate que le liquide, après l'achèvement de la fermentation, dévie toujours à gauche. Si alors on le chauffe en présence d'un acide, on a une déviation à droite et une réduction en général plus abondante qu'avant le chauffage.

» Si l'on traite l'extrait de sang normal par la parabromophénylhydrazine, on obtient un osazone déviant à gauche en solution pyridique (Neuberg).

» L'acide glycuronique est plus abondant dans le sang défibriné, et ayant séjourné quelque temps à l'air, que dans le même sang que l'on a fait tomber directement dans l'alcool au sortir du vaisseau.

» Le sang artériel d'un chien asphyxié (par obstruction des narines) *peut* renfermer autant d'acide glycuronique que le sang artériel normal. Dans le sang d'un chien asphyxié par le gaz d'éclairage, nous n'en avons pas trouvé (ce sang était rutilant). L'extrait, pour 1000^g de sang, a donné les résultats suivants :

» Polarimètre : $+1^\circ,4$. Pouvoir réducteur (en glucose) : $2^g,26$.

» Après chauffage en présence d'un acide, *mêmes valeurs*.

» Le foie de ce chien, une demi-heure après la mort, renfermait de l'acide glycuronique.

» Le sang d'un autre chien, asphyxié à la fois par le gaz d'éclairage et par l'obstruction des narines, donnait les valeurs suivantes :

» P : + 0°,2. Pouvoir réducteur : 1^g,30.

» Après chauffage en présence d'un acide, P : + 0°,5. Pouvoir réducteur : 1^g,20.

» Dans ce cas, la déviation à droite est notablement plus forte après le chauffage; mais le pouvoir réducteur n'est pas augmenté. Il est probable que la conjugaison de l'acide glycuronique était ici assez fragile pour que l'ébullition en présence de la liqueur cuivrique ait détruit cette conjugaison. On sait d'ailleurs qu'il y a des acides glycuroniques *conjugués*, doués d'un pouvoir réducteur.

» Nous avons eu l'occasion d'observer un grand nombre de cas de ces faibles conjugaisons. En voici un qui appartient à un chien ayant reçu une petite dose de nitrite d'amyle :

» P : 0°. Pouvoir réducteur : 1^g,32.

» Après chauffage en présence d'un acide, P : + 0°,5. Pouvoir réducteur : 1^g,30. (La légère diminution du pouvoir réducteur dans ce cas et dans le précédent s'explique par la destruction si facile de l'acide glycuronique par l'ébullition en présence d'un acide.

» L'augmentation de la déviation à droite coexistant avec l'augmentation du pouvoir réducteur, après ébullition en présence d'un acide, ne suffit d'ailleurs pas pour qu'on puisse affirmer dans un extrait de sang l'existence d'acide glycuronique. Dans des cas, exceptionnels d'ailleurs, la présence de glycogène (ou d'une substance analogue) peut amener ce double résultat. Ainsi, dans le sang des veines sus-hépatiques d'un chien très bien nourri, assommé par un coup de maillet sur le crâne, nous avons trouvé, environ 3 minutes après l'assommement, les valeurs suivantes :

» P : + 1°,6. Pouvoir réducteur : 4^g,09.

» Après chauffage en présence d'un acide et de perchlorure de fer, P : + 2°. Pouvoir réducteur : 4^g,28.

» Après chauffage *prolongé*, en présence de 10^{cm^3} de HCl, pouvoir réducteur : 8^g,44. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Torres, *concernant un avant-projet de ballon dirigeable, présenté à l'Académie dans la séance du* 26 *mai* 1902.

(Commissaires : MM. Sarrau, Cailletet; Appell, rapporteur.)

« M. Torres, dont on connaît les remarquables travaux sur les machines à calculer (¹), vient de présenter à l'Académie un Mémoire *Sur un avant-projet de ballon dirigeable à quille intérieure.*

» La Commission désignée pour examiner ce Mémoire s'est occupée, non du côté technique, qui n'est pas du ressort de l'Académie, mais du côté théorique du projet. Elle a trouvé, dans le travail de M. Torres, non seulement la description d'un type nouveau de ballon, mais des vues théoriques précisant le problème général de l'Aéronautique.

» Voici d'abord l'idée fondamentale qui a conduit l'auteur au type qu'il préconise. Il semble que les difficultés présentées actuellement par le problème de l'Aéronautique viennent moins de l'insuffisance des moteurs que du défaut de stabilité des ballons. L'auteur met en évidence les causes d'instabilité pour un ballon actionné par une hélice. Quatre forces principales agissent sur l'ensemble formé par le ballon et la nacelle : le poids P du système, la force ascensionnelle A, la force propulsive de l'hélice p, et la résistance de l'air qui, par raison de symétrie, peut, dans la marche normale, être réduite à une force R. Ce sont les changements dans la grandeur ou dans la position d'une de ces forces qui produisent les perturbations dans la marche. Il est inutile de rappeler ici les précautions habituellement prises pour éviter toute variation dangereuse des points d'application des forces A et P; la grandeur de chacune de ces forces varie d'une manière continue à mesure qu'on consomme du pétrole pour actionner le moteur et qu'on remplace son poids par de l'air introduit dans le ballonnet, mais elle ne subit pas de variation brusque, sauf au moment où l'on jette du lest, ce qui produit sur P un changement de peu d'importance. La grandeur et la position de la résistance de l'air sont à peu près constantes dans la marche normale à une vitesse donnée : cette force peut

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXX, 1900, p. 472 et 874; *Savants étrangers,* t. CXXXII, 1901.

subir des variations importantes et même être remplacée par une force et un couple dans le cas où des oscillations brusques viendraient à se produire; elle peut donc accentuer les oscillations, mais non les faire naître. La force propulsive p a un point d'application fixe; seulement sa grandeur est sujette à des variations considérables; d'abord, chaque fois qu'on arrête ou qu'on met en mouvement la machine, p subit une variation brusque, tandis que la vitesse du ballon et, par suite, la résistance R varient d'une manière continue; mais ce sont là les cas les moins importants. Il n'est nullement nécessaire que l'hélice s'arrête tout à fait pour que l'effort p devienne nul, ou même négatif; on sait, en effet, que l'effort de propulsion dépend non de la vitesse *longitudinale* V' d'un élément de l'hélice par rapport au ballon, mais de la différence $V' - V$ entre cette vitesse et la vitesse V du ballon; on admet, dans la pratique, que cet effort est proportionnel au carré de $V' - V$: dans les essais de Dupuy de Lôme et dans ceux du colonel Renard, on avait à peu près $V = \frac{3}{4}V'$, de sorte qu'il suffisait de diminuer brusquement V' d'un quart de sa valeur pour que la force propulsive s'annulât momentanément; cette variabilité de p est, d'ailleurs, d'autant plus marquée que le rapport $V : V'$ est plus voisin de l'unité, cas limite dont on doit, au point de vue du rendement, chercher à se rapprocher autant que possible.

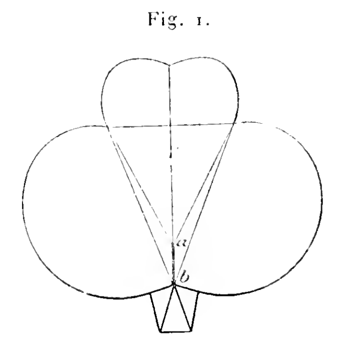
» Quand l'hélice est fixée à la nacelle, les deux forces horizontales p et R ne sont pas sur une même horizontale et les variations brusques de p produisent un couple de renversement dont les effets sont d'autant plus grands que la vitesse est plus grande. L'auteur voit dans ce fait le principal obstacle à une marche à grande vitesse. Il propose alors de rendre inoffensives les variations de p en s'arrangeant pour que la ligne d'action de cette force coïncide à peu près avec celle de la résistance R. Dans ce but, il place l'hélice à la partie postérieure du ballon lui-même (*fig.* 2). Ce n'est certes pas la première fois qu'on a proposé cette solution, mais l'auteur la rend réalisable par un dispositif ingénieux que nous allons maintenant décrire.

» Les ballons généralement employés sont fusiformes et portent une nacelle soutenue au moyen d'un système de suspentes : quand le ballon est allongé comme il doit l'être pour pouvoir marcher à grande vitesse, on est obligé d'allonger la nacelle, qui constitue une sorte de poutre de longueur comparable à celle du ballon. La modification proposée par l'auteur se réduit, en principe, à mettre *à l'intérieur du ballon les suspentes et la poutre qui forment alors une quille intérieure rigide allant d'une pointe à l'autre;* la nacelle est réduite au minimum nécessaire et très rapprochée du bal-

lon. Voici, sans entrer dans de longs détails, la façon dont ce dispositif est réalisé.

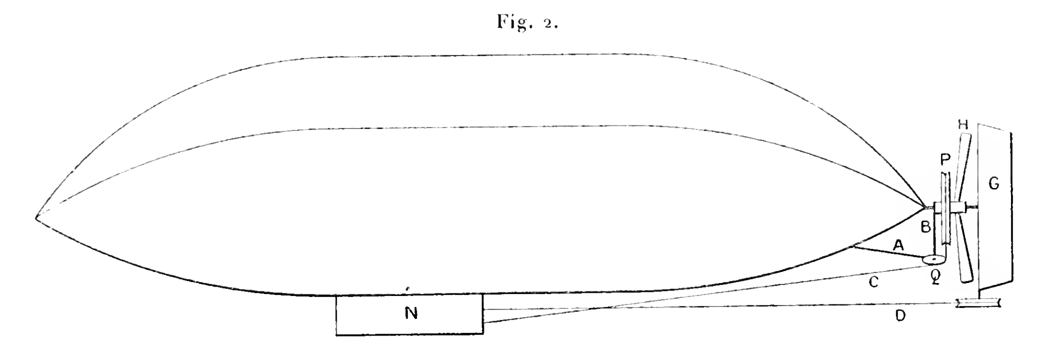
» *Description sommaire.* — Le ballon est cylindrique dans la partie centrale, affilé aux extrémités; son profil a la forme indiquée (*fig.* 1); il est formé par la juxtaposition de plusieurs profils semblables à celui de la figure 1; dans chaque profil, la quille *ab* est attachée au ballon par cinq suspentes.

Fig. 1.



» La forme du profil est calculée d'après la distribution des pressions intérieures et extérieures et des tensions des toiles. Au bas de quelques-uns de ces profils se trouve fixée la nacelle, comme le montre la figure 1; le mouvement est transmis de la nacelle à l'hélice par un câble télédynamique C (*fig.* 2); la manœuvre du gouvernail se fait

Fig. 2.



par un autre câble D. Quand la machine marche, les tensions du câble C sur les poulies, telles que P et Q, produisent un moment de torsion considérable dont il faut se préoccuper, la pointe de la quille étant trop faible pour y résister; nous ne pouvons pas entrer dans le détail des pièces destinées à résister à cet effort. D'une façon générale, la plupart des pièces employées travaillent à l'extension. Quelques-unes seulement travaillent à la compression, notamment la quille, qui doit être regardée comme un prisme chargé debout.

» Le ballon est divisé en plusieurs compartiments par des cloisons en toile perméable; quatre des entre-profils sont munis de poches à air symétriquement placées

par rapport au milieu du ballon; ces poches sont manœuvrées par un distributeur d'air que l'aéronaute commande à l'aide d'un robinet à trois voies, suivant qu'il veut monter, descendre ou rester à la même hauteur; en outre, une espèce de coulisse commandée par un pendule répartit l'air automatiquement entre les poches d'avant et d'arrière pour maintenir l'horizontalité du ballon. Pour augmenter la stabilité et prévenir les effets des courants d'air obliques (ascendants ou descendants), l'auteur prévoit l'addition d'un poids porté par deux suspentes de grande longueur. Enfin, pour éviter les chances d'incendie par le moteur, il propose d'envelopper ce dernier d'une chemise incombustible en amiante et de conduire par un tube de dégagement les produits de la combustion à l'arrière du ballon.

» *Données expérimentales admises.* — Pour ses calculs l'auteur accepte les données courantes. Ainsi il admet que la résistance R de l'air est liée à la vitesse V et à la maîtresse section S par une relation de la forme

$$R = kSV^2, \tag{1}$$

tout en faisant des réserves sur l'approximation avec laquelle cette formule représente les faits et sur la détermination de la constante k. Il prend les valeurs généralement admises pour les efforts de tension que peuvent supporter les toiles et les tirants; quant à l'effort admissible, par millimètre carré, dans les pièces comprimées, il ne le considère pas comme complètement connu et le fait intervenir dans les calculs par un coefficient littéral θ, de façon à laisser une certaine latitude aux constructeurs suivant la nature des matériaux et la forme des pièces.

» *Marche des calculs.* — Ces données étant admises et le type du ballon étant défini, l'auteur admet que l'on construise divers ballons dont les formes extérieures seront géométriquement semblables, et dont les grandeurs seront caractérisées par la valeur d'un certain module L, égale au cinquantième de la longueur du ballon. Il calcule en fonction de L et du coefficient θ déjà défini tous les poids qui en dépendent, excepté le poids du moteur et des approvisionnements. En retranchant le poids ainsi calculé de la force ascensionnelle on obtient le poids Π dont on dispose pour le moteur et le pétrole. L'auteur montre que le ballon peut être caractérisé par la valeur de la quantité

$$\varphi = \frac{i\Pi}{kS}, \tag{2}$$

dans laquelle i représente le coefficient de rendement de l'hélice et de la transmission, S la surface de la maîtresse section et k le coefficient figurant dans la loi de la résistance de l'air. On pourra distribuer le poids Π différemment entre le moteur et le pétrole, suivant qu'on veut atteindre une grande vitesse pendant un temps très court ou une plus petite vitesse pendant un temps plus long. A cet égard, l'auteur montre qu'il existe, entre la vitesse V et le temps t pendant lequel on peut marcher à cette vitesse, une relation de la forme

$$t = \frac{1}{n}\frac{\varphi}{V^3} - \frac{1}{mn}, \tag{3}$$

où m désigne le nombre de kilogrammètres qu'on peut produire par kilogramme du

moteur, et n le nombre de kilogrammes de pétrole qu'il faut dépenser pour produire pendant 1 heure 1^{kgm} à la seconde.

» On peut, comme on a vu, calculer H en fonction de θ et de L; on a alors, d'après (2),

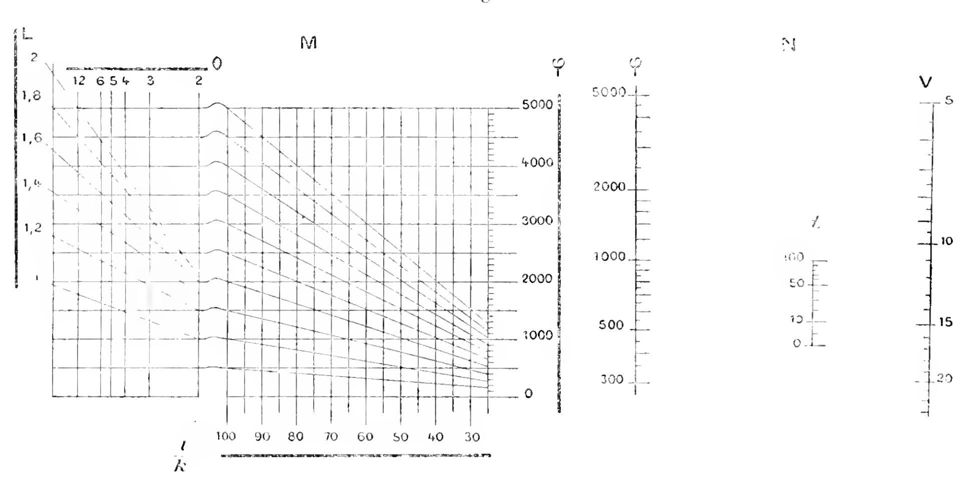
$$\varphi = f(k, i, L, \theta); \tag{4}$$

portant cette valeur de H dans la formule (3) ci-dessus, on obtient une relation entre

$$\theta,\quad L,\quad i,\quad k,\quad V,\quad t.$$

» Cette relation est traduite graphiquement dans les monogrammes (*fig.* 3) qui donneront des indications utiles sur la marche à suivre dans les expériences et sur les

Fig. 3.



meilleurs moyens à employer pour améliorer un type de ballon donné. La figure 3 comprend deux monogrammes : l'un (M) à triple réglure, avec une échelle binaire, correspond à l'équation (4), et l'autre (N) à points alignés, correspondant à l'équation (3). Il faut remarquer que k, i, θ ne sont pas de véritables variables, mais des paramètres que l'auteur laisse indéterminés dans de certaines limites, car leurs valeurs expérimentales ne sont pas entièrement déterminées. On commencera donc par fixer les valeurs de ces trois paramètres, puis, en choisissant le module L, on lit sur l'échelle du monogramme M la valeur de la caractéristique φ. On reporte cette valeur sur l'échelle du monogramme N et celui-ci donne le temps t pendant lequel on pourra marcher à une vitesse V; inversement, en se donnant, dans des limites possibles, t et V, on peut, en remontant, calculer φ et L.

» *Conclusions.* — En résumé, le travail de M. Torres constitue une contribution très intéressante à la théorie des ballons dirigeables. L'avant-projet est bien étudié, et, tout en faisant ses réserves sur les difficultés

d'exécution pratique, la Commission estime qu'il y aurait intérêt, pour le progrès de la Science, à ce que l'aérostat de M. Torres fût expérimenté. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Odier** adresse un « Essai d'une théorie mathématique des consonances et des dissonances musicales ».

(Commissaires : MM. Mascart, Violle.)

M. **Senemaud** demande l'ouverture de deux plis adressés antérieurement par lui, et y joint une Note complémentaire : ces diverses pièces sont relatives à la stabilité des appareils aviateurs, plus lourds que l'air.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

L'Académie désigne MM. **G. Darboux** et **E. Picard** pour la représenter aux fêtes du centenaire du grand mathématicien *N.-H. Abel,* qui auront lieu à Christiania les 5-7 septembre.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie deux Volumes portant pour titre : « International Catalogue of scientific literature, first annual issue; D, Chemistry, Part I, et M, Botany, Part I ».

Ce sont les deux premiers parus du grand Catalogue international dont la Société royale de Londres a entrepris la publication, avec le concours de tous les pays civilisés.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois Volumes portant pour titre : « IVe Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Paris du 23 au 28 juillet 1900. Compte rendu

in extenso, par MM. *Henri Moissan* et *François Dupont* ». (Présenté par M. Moissan.)

2° Un Ouvrage de M. *Gino Loria*, traduit en allemand sous le titre : « Spezielle algebraische und transcendente ebene Kurven, Theorie und Geschichte ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

3° Un Volume intitulé : « Die Mechanik des Himmels, Vorlesungen von *Carl-Ludwig Charlier*, erster Band ». (Présenté par M. H. Poincaré.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mission de la Martinique.* Extrait d'une Lettre de M. **Lacroix** à M. Michel-Lévy.

« 1er juillet 1902.

» .... L'activité du volcan est minime en ce moment; nous n'avons observé aucune éruption importante; de temps en temps le cratère, situé sur le revers Sud-Ouest de la Montagne Pelée, près du sommet, lance des colonnes de fumée et de cendres fines, que le vent dominant rejette dans la direction du Prêcheur.

....

» Toute la partie de l'île comprise entre l'îlot de La Perle et Saint-Pierre offre jusqu'à la mer un aspect saisissant. Toute végétation a disparu; plus d'arbres, les détails du sol apparaissent comme dans une carte en relief, qui serait couverte de cendres d'un gris clair. Quand on est dans le nuage de cendres, le paysage prend l'aspect de celui que l'on voit à travers la fumée d'un four à chaux.

» Du côté Est et Nord, la végétation a repris jusqu'à l'altitude de 500^m à 600^m; c'est au-dessus seulement que l'on observe cet aspect désolé qui caractérise le versant occidental.

» Nous avons séjourné, la nuit dernière, vis-à-vis de Saint-Pierre et nous n'avons vu sortir du cratère que de vagues lueurs. Depuis notre arrivée, le sommet de la Montagne Pelée a toujours été dans le brouillard; nous avons cependant fait l'ascension avant-hier; nous sommes arrivés à l'ancien lac des Palmistes, sous une pluie dont vous n'avez pas l'idée; il est remblayé par de la cendre transformée en boue, et celle-ci est traversée par une fente rectiligne Nord-Ouest, d'environ 1^m de profondeur, qui paraît servir à l'écoulement des eaux dans la direction de la Basse-Pointe. En tout cas, cette fente n'émet aucune fumerolle.

» Grâce à une éclaircie, nous avons vu plusieurs autres fentes de même nature. Nos nègres ont à ce moment refusé de marcher; nous sommes

arrivés peu après à l'autre bord de l'ancien lac, où nous avons touché un petit piton d'andésite rouge, à la cote 1250^m. Il est probable que c'est là un reste du Morne Lacroix; mais la brume était alors si épaisse qu'il nous a été impossible de savoir s'il existait des sommets plus élevés.

» Nous avons été arrêtés par un à pic de plusieurs centaines de mètres, donnant dans le cratère; les parois, malgré une pente de près de 60° jusqu'au bord même du gouffre, sont recouvertes par de la cendre transformée en boue, atteignant par places une épaisseur d'au moins 80^{cm}. Nous n'avons pu aborder le bord du gouffre qu'en entrant là dedans jusqu'aux genoux.

» Cette cendre provient certainement d'éruptions postérieures aux grandes explosions; elle recouvre en effet les grosses bombes que l'on rencontre çà et là sur l'emplacement de l'ancien lac. Des bombes de moindre dimension abondent sur les parois est de la montagne, jusqu'à une altitude d'environ 680^m; elles sont constituées par une andésite vitreuse.

» On nous avait parlé d'un nouveau cratère qui se serait ouvert auprès du Camp de Trianon, au-dessus d'Ajoupa-Bouillon; nous n'y avons vu qu'un très profond ravin, anciennement creusé dans les tufs andésifiques (rivière Falaise), et qui aurait donné à plusieurs reprises de forts dégagements gazeux dont il ne reste aucune trace aujourd'hui; il me semble que les cendres voisines proviennent du grand cratère.

» Les seules manifestations actives que nous ayons pu étudier de près sont de nombreuses fumerolles, sortant des vallées des rivières Sèche et Blanche, et de l'embouchure de la rivière des Pères. Il semble que ces vallées soient d'anciennes fractures rouvertes. Les fumerolles s'y observent depuis le cratère jusqu'à la mer; les unes sont intermittentes et émettent des torrents de vapeur d'eau sortant soit du lit même de la rivière, soit des talus élevés qui l'encaissent et qui sont constitués par des cendres et des blocs charriés. Alors la vapeur constitue des volutes blanches, très denses, qui roulent lentement jusqu'à la mer, d'où l'on pourrait croire de loin qu'elles sortent.

» D'autres fumerolles sont permanentes; les unes à 100° sont riches en hydrogène sulfuré, et déposent à leur émergence de nombreux cristaux de soufre; les autres, à une température supérieure à 360°, donnent du chlorhydrate d'ammoniaque.

» Je ne vous ai pas encore parlé de Saint-Pierre; l'aspect de cette ville détruite est lugubre; cette nuit, le commandant du *d'Assas* nous a fait

passer près du rivage et a éclairé les ruines avec ses projecteurs; c'était un spectacle tout à fait impressionnant. Nous avons longuement étudié la ville en tous sens; le quartier du Port ne fournit plus rien, tout a été rasé; le quartier du centre est moins entièrement détruit, mais c'est surtout celui du Mouillage qui fournit d'utiles indications. La plupart des murs préservés ont une orientation moyenne N.-S.; c'est aussi la direction des arbres couchés, du phare renversé; c'est celle du déplacement horizontal des pierres du cimetière.

» Il n'est tombé à Saint-Pierre que de la cendre fine, mêlée de petits lapillis, et en quantité relativement peu considérable. On n'y observe aucune bombe; il faut donc admettre que la destruction de cette ville a été produite par des dégagements gazeux à haute température, provenant directement du cratère et animés d'un rapide mouvement N.-S. Je ne vous parle pas aujourd'hui des récits des rares témoins du phénomène; nous cherchons à dégager la vérité de ces récits contradictoires, et je crains qu'il ne reste beaucoup d'incertitude à cet égard.

» J'avais pensé pouvoir tirer d'utiles renseignements de l'étude des objets métalliques trouvés dans les ruines; malheureusement l'incendie a superposé ses effets à ceux du volcan et vient beaucoup compliquer la question; les inondations subséquentes comblent tous les jours les ruines, dont l'aspect change rapidement. S'il n'y a pas de nouveaux paroxysmes, je suis persuadé qu'à la fin de l'année nous trouverons tout couvert de verdure.

» La visite de Saint-Pierre est pénible à beaucoup d'égards; il se dégage de ces ruines une odeur d'incendie et de décomposition cadavérique; on marche enveloppé d'un essaim de mouches, dont la plus grande abondance indique la présence de cadavres à fleur de terre ou à peine recouverts par les décombres. La décomposition marche, d'ailleurs, très rapidement, et, lors de notre dernière visite, nous n'avons plus trouvé de cadavres à chair visible, comme le premier jour. Ajoutez à cela une chaleur torride, augmentée par celle des incendies qui couvent encore çà et là : un dépôt de charbon est encore incandescent pendant la nuit.

» M. Rollet de l'Isle a fait de nombreux sondages, d'où il résulte que les fonds voisins de la côte n'ont pas changé sensiblement; il poursuit ses recherches vers le nord.

» Les pluies torrentielles ont causé de terribles ravages; les bourgs du Prêcheur, de Sainte-Philomène, de Basse-Pointe ont été en partie détruits par des torrents de boues et de blocs, dont l'accumulation a parfois, comme à Basse-Pointe, changé l'hydrographie de la côte; ils semblent dus

surtout aux pluies abondantes dans la région haute de la Montage Pelée, couverte par les projections récentes et aujourd'hui dépourvue de son revêtement ordinaire d'herbes et de forêts.

» Les tufs et les conglomérats jouent le rôle dominant dans la constitution de la montagne....

» Nous avons, M. Giraud et moi, fait de nombreuses observations géologiques; plus des trois quarts de l'île sont en tufs ou en brèches; il y a peu d'affleurements; le pays est entièrement cultivé et couvert par une luxuriante et admirable flore tropicale; les roches superficielles sont extrêmement altérées. . .. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation du prolongement analytique.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. P. Painlevé.

« Les remarquables résultats publiés par M. Painlevé dans les *Comptes rendus* du 7 juillet donnent une nouvelle actualité à la théorie des fonctions (M) et du prolongement analytique généralisé; il ne me paraît pas inutile de montrer que ces résultats non seulement ne contredisent en rien les idées que j'ai émises à ce sujet, mais encore contribuent à faire espérer que ces idées pourront conduire à une théorie plus générale que celle de Weierstrass et aussi cohérente.

» Je rappelle d'abord la définition que j'ai donnée (1) d'*une fonction* (M) *sur un segment* AB : c'est *une fonction admettant des dérivées de tous les ordres en tous les points de* AB *et telle que la fonction* (M) *correspondant à un point quelconque de* AB *la représente sur tout le segment.* Cette définition conduit naturellement à une extension de la théorie du prolongement analytique : *cette extension n'est jamais en contradiction avec la théorie classique.* Réservons d'abord le cas d'une ligne singulière, ouverte ou fermée; j'ai, depuis longtemps, indiqué que toute généralisation de la théorie du prolongement conduirait à modifier la notion de l'uniformité, c'est-à-dire à faire regarder comme non uniformes des fonctions uniformes au point de vue classique; cette remarque a même été l'origine de mes recherches sur ce sujet (2).

» Considérons maintenant un point singulier C, isolé sur AB; d'après la définition qui vient d'être rappelée, il ne suffit pas qu'un développement

(1) *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 1115.

(2) *Comptes rendus,* avril 1894, et Thèse de Doctorat.

relatif à un point de AC donne une série convergente sur CB; il faut aussi que l'on puisse *revenir* d'un point quelconque de CB et trouver sur AC la fonction dont on est parti; il faut enfin que les dérivées existent en C et que le développement (M) correspondant représente aussi la fonction sur ACB. Ces diverses conditions ne sont pas vérifiées dans les exemples que donne M. Painlevé. Ces exemples ne sauraient donc entraîner aucune restriction nouvelle à la définition des fonctions (M).

» Il était d'ailleurs aisé de former des développements, bien moins intéressants que ceux de M. Painlevé, au point de vue de la théorie générale des fonctions, mais tout à fait analogues et entraînant les mêmes conséquences au point de vue de la généralisation du prolongement analytique. On sait en effet qu'en remplaçant les droites de M. Mittag-Leffler par des courbes quelconques, et en particulier par des spirales logarithmiques, il est possible de définir les diverses branches de toute fonction non uniforme; si $f_1, f_2, \ldots, f_n$ désignent n de ces développements et si l'on pose

$$(1)\qquad f = \frac{a_1 f_1 + a_2 f_2 + \ldots + a_n f_n}{a_1 + a_2 + \ldots + a_n},$$

on obtient un développement qui représente la fonction au voisinage de l'origine, et qui, dans certaines régions du plan, représente une combinaison linéaire des n branches considérées. Il y a seulement, en général, des lignes de discontinuité; mais en choisissant un point singulier où la fonction reste finie, il peut y avoir continuité sur une droite issue de l'origine et passant par ce point.

» On pourrait ainsi concevoir une théorie plus étendue que celle du prolongement analytique, et dans laquelle on étudierait un *corps* de fonctions comprenant à la fois les diverses branches d'une même fonction analytique, et leurs combinaisons de la forme (1); d'ailleurs, une fonction f ne serait dite un *représentant complet* du corps que si, en partant de f, on peut retrouver toutes les fonctions du corps : c'est ce qui a lieu visiblement, au moins pour une fonction algébrique, si $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont *quelconques*.

» Mais revenons à la généralisation proprement dite de la théorie du prolongement analytique; il ne suffit pas qu'elle ne soit pas en contradictions avec la théorie classique, il faut aussi qu'elle ne soit pas en contradiction avec elle-même et surtout qu'elle ne soit pas trop compliquée. C'est pourquoi il me paraît qu'on sera amené à faire un choix parmi l'infinité des développements (M) possibles : ce choix sera d'autant plus aisé que ces développements auront été mieux étudiés. Il se présentera des

facilités particulières dans l'étude des *fonctions* (M) *uniformes dans une région du plan :* c'est sans doute par elles qu'il y aura lieu de commencer. Les résultats obtenus par M. Helge von Koch et par M. Painlevé pour les fonctions méromorphes permettraient d'ailleurs, sans doute, dans certains cas, de former un développement donnant la valeur de ces fonctions *en tous les points où la fonction a une valeur finie*. Il suffirait, pour cela, de considérer la fonction

$$\varphi(z) = \sum_{p=1}^{\infty}\sum_{q=1}^{\infty}\sum_{r=1}^{\infty} \frac{A_{p,q,r}}{z - \dfrac{pa+qb+rc}{a+b+c}}$$

et de prendre les numérateurs $A_{p,q,r}$ assez petits; on pénétrerait ainsi à l'intérieur du triangle lacunaire *abc* : il y aurait lieu d'y étudier la convergence. Mais la non-uniformité de la convergence entraîne de graves difficultés, et il sera sans doute préférable, malgré l'importance et la beauté des résultats obtenus, de se borner d'abord aux séries telles que la convergence dans une aire *quelconque* entraîne la convergence *uniforme* dans toute aire intérieure. »

Observations sur la Communication précédente, par M. P. Painlevé.

« Les restrictions imposées par M. Borel aux séries (M) qui peuvent représenter une fonction (M) rendent, en effet, peu vraisemblable qu'il puisse se présenter une contradiction entre ses définitions et la théorie des fonctions analytiques. Je crois intéressant, toutefois, de signaler l'exemple suivant : j'ai pu former des séries (M) qui convergent pour toutes les valeurs *réelles* de la variable x, ainsi que toutes les séries dérivées terme à terme et qui répondent aux conditions suivantes :

» 1° La somme $F(x)$ de la série est continue, ainsi que toutes ses dérivées, quel que soit x (et ces dérivées s'obtiennent en dérivant la série terme à terme).

» 2° Si l'on forme la même série (M) en prenant x_0 comme origine, à l'aide des valeurs $F(x_0)$, $F'(x_0)$, etc., la série ainsi obtenue jouit des mêmes propriétés et représente encore $F(x)$. Il n'y a d'exception que pour $x_0 = 1$; en ce point, toutes les dérivées de $F(x)$ sont nulles et la série (M) correspondante se réduit à une constante.

» 3° Pour $x \geqq 1$, $F(x)$ coïncide avec une fonction analytique (holo-

morphe sur l'axe réel sauf pour $x=1$) : pour $x \leqq 1$, $F(x)$ coïncide avec une fonction analytique toute différente.

» Dans cet exemple, les conditions de M. Borel sont remplies, à cela près, circonstance essentielle, que, pour $x_0 = 1$, la condition 2° est en défaut.

» J'ajoute que la remarquable théorie, ainsi amorcée par M. Borel, ne me paraît pouvoir sortir du domaine purement spéculatif que le jour où l'on aura formé explicitement une série (M) telle que sa convergence entraîne d'elle-même les conditions énoncées par M. Borel, ainsi qu'il arrive pour la série de Taylor. »

ÉLECTRICITÉ. — *Anomalies presentees par la charge de conducteurs isolés sur des diélectriques solides. Phénomènes magnétiques particuliers constatés au voisinage de nœuds d'oscillations électriques.* Note de M. V. CRÉMIEU, présentée par M. H. Poincaré.

« Au cours des recherches sur la convection électrique que j'ai résumées dans une précédente Note, j'ai observé les deux séries de faits suivantes :

» 1° Dans ces expériences, des secteurs de micanite mobiles dorés sur les deux faces se chargeaient par influence entre deux secteurs fixes et l'on pouvait mesurer la charge prise, puis abandonnée par eux. En faisant des séries de mesures quand on charge les secteurs fixes successivement + et —, on a observé que les débits mesurés sont constamment plus forts quand les secteurs mobiles sont chargés positivement que lorsque leur charge est négative.

» Dans certaines séries, les secteurs de micanite étaient entièrement dorés ; ils étaient isolés les uns des autres par l'air et le disque d'ébonite sur lesquels ils sont fixés. La dissymétrie entre les débits des deux signes atteint alors 25 à 30 pour 100 en faveur des charges positives.

» Dans d'autres séries, les secteurs de micanite étaient dorés sur 5^{cm} de large, l'isolement était dû à la micanite même, à l'ébonite et à l'air. La dissymétrie était alors de 75 à 100 pour 100 en faveur des charges positives.

» Enfin, dans certaines conditions, qui n'ont pu être encore exactement précisées, la dorure, après avoir été chargée positivement pendant un certain temps, refuse complètement de se charger négativement ; les débits négatifs deviennent nuls.

» Ces phénomènes, qui paraissent dus à la pénétration des charges, se

produisent dès les premières mesures effectuées même avec des diélectriques neufs. Ils paraissent ne se produire qu'à partir de certains voltages, 4000 volts pour la micanite, beaucoup plus pour l'ébonite.

» Lorsqu'on fait des séries de mesures en élevant graduellement le potentiel de charge, les dissymétries augmentent avec ces potentiels et sont toujours en faveur des charges positives; mais, si l'on vient à diminuer ensuite les potentiels, on constate que les dissymétries sont en faveur des charges négatives et du même ordre de grandeur.

» L'étude de ces faits est rendue extrêmement difficile, parce que les phénomènes dépendent en partie de l'état initial des diélectriques, qu'il est impossible de connaître.

» 2° Au cours des vérifications opérées à l'aide de la nappe témoin placée sous les secteurs mobiles, le phénomène suivant a été observé :

» Imaginons une lame métallique L, reliée à l'extrémité d'un conducteur C sans self-induction et de faible résistance, dont l'autre extrémité est au sol. Plaçons au-dessus de la lame L, supposée horizontale, un système astatique enfermé dans un écran électrique. Si nous venons alors à décharger un condensateur en un point du conducteur C intermédiaire entre L et le sol, le système magnétique placé au-dessus de L recevra une violente impulsion, suivie d'un changement de zéro très notable qui dénote une véritable démagnétisation des aiguilles aimantées.

» Avec des systèmes très sensibles, les impulsions ont provoqué plusieurs tours complets et le zéro a varié de 180°.

» Si la lame L est placée verticalement, en avant ou en arrière du système astatique, celui-ci reçoit des impulsions d'un caractère différent. Le système astatique se comporte comme s'il recevait un choc latéral; on ne constate d'ailleurs pas de changement de zéro dans ce second cas.

» Si l'on décharge le condensateur sur la ligne C à travers une forte résistance liquide, tous ces phénomènes disparaissent. Ils disparaissent encore si l'on interpose un très large écran électrique, relié au sol, entre la lame et l'écran électrique qui contient le système astatique. Au contraire, un écran de faibles dimensions par rapport à L, et relié au sol, ou un large écran isolé, sont sans action appréciable.

» Enfin, si l'on relie la lame L à un deuxième fil dont l'autre extrémité soit solée et loin de L, le système astatique ne reçoit plus aucune impulsion. Ce dernier fait semble bien démontrer que la lame L doit se trouver à un nœud de vibration pour produire les effets décrits.

» Il semble donc bien que ces phénomènes présentent un caractère

hertzien. Mais leur action sur des aimants permanents, protégés par un écran électrique fermé, paraît pour le moment inexplicable.

» Il semble cependant qu'on puisse déjà en tirer une conclusion relative aux expériences de convection électrique.

» Dans toutes ces expériences, on charge et décharge brusquement des corps en mouvement; ces mouvements eux-mêmes s'accompagnent de variations assez brusques dans la distribution électrique. Il est vraisemblable que ces variations et ces décharges donnent lieu à des phénomènes de l'ordre de celui que je viens de décrire, et ceux-ci pourront agir sur les systèmes magnétiques ou les bobines induites placées au voisinage, même à l'intérieur d'écrans électriques.

» Il est impossible de tirer, pour le moment, de ces différents faits, des conclusions définitives au sujet de l'effet magnétique de la convection électrique. J'ai cru toutefois devoir les signaler dès maintenant à l'attention des expérimentateurs qui ont abordé le sujet.

» En particulier, les dissymétries observées dans la charge des couches métalliques déposées sur des diélectriques solides montrent combien sont illusoires les calculs basés sur la capacité géométrique de ces couches, et les coïncidences entre les résultats de pareils calculs et des prévisions théoriques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes mécaniques de la décharge disruptive.* Note de M. Jules Semenov, présentée par M. Lippmann.

« Il y a lieu de se demander dans quel état se trouve la matière transportée d'un pôle à l'autre, lors d'une décharge électrique? On admet généralement que, lorsqu'une étincelle jaillit entre deux conducteurs, les particules matérielles sont arrachées de chaque pôle et transportées sur le pôle opposé. Or, j'ai pu me convaincre que tel n'est pas le cas. Comme les phénomènes qui se produisent sur les deux pôles sont d'espèces différentes, nous allons les analyser chacun séparément.

» Je fais passer la décharge d'une bobine d'induction entre une flamme de gaz et une solution saline renfermée dans un tube de verre de $0^{mm},5$ à 1^{mm} de diamètre intérieur. Lorsque la solution est placée au pôle négatif, les particules constituant le flux anodique arrivent avec une grande vitesse sur la surface du liquide qui, sous l'influence de cette *chute*, jaillit du tube sous forme d'un jet lumineux. Ce jet, qui peut atteindre plusieurs

millimètres de longueur, est doué d'un éclat considérable, fait dont on a, comme on sait, tiré un grand profit pour l'étude spectroscopique des solutions salines. J'ai trouvé que la direction du jet dépend de l'angle formé par le plan de l'orifice du tube avec l'axe de ce dernier. Quand l'ouverture est droite, le jet lumineux du liquide paraît se diriger parallèlement à l'étincelle. Mais si l'on taille en biseau l'extrémité du tube, le jet lumineux, tout en conservant sa base au point d'aboutissement de l'étincelle, s'en écarte d'autant plus que l'angle d'incidence de l'étincelle est plus grand. On peut en conclure que le flux anodique, en se réfléchissant sur la surface du pôle négatif liquide, entraîne avec lui une partie de la solution saline, sous forme de jet lumineux. L'énergie du flux anodique sert de la sorte à la production du travail. Il en résulte que la cathode s'échauffe beaucoup moins que dans le cas où il n'y a pas de travail produit. Et, de ce fait, le liquide du pôle négatif n'entre jamais en ébullition; par contre, la quantité de chaleur dégagée sur une cathode solide, où il n'y a aucune production de travail, est suffisante pour faire fondre une aiguille en acier.

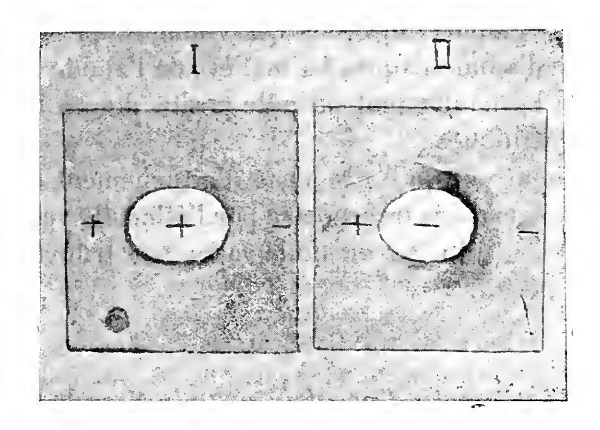
» La réflexion du flux anodique sur le gaz donne lieu au même phénomène que dans le cas des liquides. J'ai déjà signalé, dans une Communication antérieure ([1]), le dédoublement de la flamme au pôle négatif, et j'ai donné le nom de *reflux cathodique* à ce phénomène. On peut le définir comme un entraînement de matière par le flux anodique après sa réflexion sur la cathode.

» J'ai observé encore un autre phénomène secondaire, accompagnant la réflexion du flux anodique sur la cathode liquide. Il consiste dans la formation, autour de la cathode, d'une nuée de gouttelettes microscopiques voltigeant autour de l'étincelle comme la poussière dans un faisceau de rayons lumineux. Une lame de verre, introduite dans cette région, se recouvre d'une buée qui, examinée au microscope, se présente comme une multitude de gouttelettes toutes de même ordre de grandeur (quelques centièmes de millimètre). Le liquide s'évapore très vite, abandonnant sur le verre des cristaux parfaitement bien formés. Quand le liquide faisant office de cathode est une solution de NaCl, on aperçoit, au microscope, sur la lame de verre, des cubes transparents assemblés en anneaux et dessinant ainsi les contours des gouttelettes évaporées; à l'intérieur de ces anneaux se trouvent clairsemés d'autres cubes de plus grandes dimensions, souvent munis de trémies. Il s'ensuit que le liquide, projeté sous forme de pous-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1200.

sière en dehors du tube, n'est pas altéré. La cause du phénomène en question est donc purement mécanique. On se trouve en présence de quelque chose d'analogue au nuage qui se forme au bas d'une chute d'eau. Lorsque l'ouverture du tube, contenant la solution, est perpendiculaire à l'axe, aucun courant d'air extérieur ne venant troubler le phénomène, la poussière liquide se dirige vers le pôle positif.

» Les figures I et II représentent le chemin que prennent ces gouttelettes, suivant les conditions de l'expérience. L'étincelle éclate entre deux tubes de verre remplis de $CuCl^2$ et disposés horizontalement. Au-dessous



de ces tubes, à une distance de quelques millimètres, dans un plan horizontal, est placée une lame de mica dont la forme et les dimensions sont indiquées sur les figures. Les extrémités des tubes se trouvent juste au-dessus des points extrêmes du grand diamètre de l'ouverture destinée au passage d'une petite flamme. Lorsque la flamme se trouve en communication avec le pôle négatif (*fig.* II), la poussière liquide se dirige vers le pôle positif, contournant la flamme et déposant des cristaux sur la lame de mica, où elle trace ainsi l'empreinte de son trajet. Sur la figure 1, la flamme est positive : les cristaux se déposent à droite et à gauche du pôle négatif, sans manifester de tendance à dépasser la flamme. Avec la solution de Na Cl, on voit la courbe correspondant à la disposition de la figure 2 se fermer en ellipse. Les sels lourds tracent des courbes plus ouvertes.

» Lorsqu'on fait passer la décharge entre une flamme et une solution saline placée (dans un tube de verre) au pôle positif, l'eau s'évapore très vite et il pousse sur l'orifice du tube un champignon de sel décomposé par l'électrolyse et par la chaleur ; des vapeurs métalliques se produisent et la

flamme se colore faiblement, suivant le sel employé. Mais, si le liquide s'écoule goutte à goutte, l'étincelle jaillit entre la flamme et chaque goutte en voie de formation. Dans ce cas, ni l'étincelle ni la flamme ne se colorent jamais, même quand on se sert du NaCl. Avec le dispositif décrit plus haut, j'ai pu, en analysant les dépôts cristallins sur la lame de mica, constater les faits suivants : si l'on fait passer la décharge entre deux sels différents, par exemple entre une solution de $CuSO^4$ au pôle positif et une solution de NaCl au pôle négatif, il se forme sur le mica un dépôt composé exclusivement de cristaux de NaCl, si l'écoulement au pôle positif est constant. Mais, dès qu'on arrête cet écoulement, on voit se déposer, parmi les cristaux de NaCl, des globules opaques qui communiquent une coloration bleue à une goutte d'ammoniaque. La matière de l'anode même n'est donc transportée que si l'échauffement du pôle positif donne lieu à la production de vapeurs métalliques.

» Ces faits démontrent qu'il n'y a pas d'arrachement de particules du pôle positif et que la matière transportée par l'étincelle vers le pôle négatif provient exclusivement du gaz ou de la vapeur se trouvant au voisinage immédiat du pôle positif. »

ÉLECTRICITÉ. — *Photographie d'un éclair multiple.* Note de M. **Piltschikoff**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie de l'éclair, faite le 11 mai dernier par M. Pedaeff, au nouvel observatoire météorologique de l'Université de Kharkov.

» L'intérêt particulier de cette photographie consiste en ce qu'elle représente un éclair *multiple* avec plusieurs branches qui paraissent être rigoureusement parallèles. Une branche A de l'éclair, d'une longueur d'environ 4^{km}, traverse la plaque dans la direction horizontale; elle est suivie sur environ 330^{m} (comptés en ligne droite) dans sa partie gauche par une autre branche B, et dans sa partie droite, sur environ 770^{m}, par une nouvelle branche C. Ces deux branches B et C, étant bien parallèles à la branche A, en gagnant le milieu de la plaque, quittent la branche principale A et tombent au bas de la plaque (au sol) et, ce qui est plus remarquable, les parties descendantes des branches B et C sont aussi parallèles.

» Les branches A, B et d'autres sont linéaires, la branche C est un éclair-bande.

» La distance entre les branches A et B et les branches A et C dans leurs parties parallèles est au moins de 16^m; entre les branches B et C, dans leur partie parallèle, la distance est au moins de 22^m. »

PHYSIQUE. — *Sur la biréfringence magnétique*. Note de M. **Quirino Majorana**, présentée par M. Mascart.

« Voulant rechercher dans un champ magnétique un phénomène analogue à celui de Kerr en électrostatique, j'ai entrepris des expériences en faisant agir un champ magnétique sur des solutions particulières de substances magnétiques; je signalerai d'abord la *biréfringence magnétique* dans les solutions de chlorure ferreux et de fer dialysé.

» Le champ magnétique est produit par un électro-aimant du type Weiss. Les pôles sont garnis d'expansions linéaires avec un entrefer de 0^m,008; la longueur du champ, normalement aux lignes de force, est de 0^m,07, et l'intensité peut atteindre 18000 unités. Une petite cuvette destinée à recevoir le liquide est fermée par des plaques de verre de la meilleure qualité. La source de lumière est une lampe électrique à filament très brillant, ou bien un arc voltaïque. Entre la cuvette et l'analyseur sont placées deux lames de verre qui peuvent être comprimées par des vis et peuvent tourner séparément avec leur monture autour de l'axe optique du système. L'une d'elles, C, convenablement comprimée et tournée, compense la biréfringence accidentelle des plaques de la cuvette; l'autre, C', sert à mesurer la biréfringence que l'on étudie, autant du moins que la différence de marche reste inférieure à $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde du jaune. Pour des valeurs supérieures, on procède comme il sera indiqué par la suite.

» Après avoir introduit le liquide dans la petite cuvette, on règle le système des nicols et le compensateur C de façon à obtenir l'obscurité. Si le plan de polarisation est parallèle ou normal aux lignes de force, on ne voit jamais reparaître la lumière en excitant le champ. Mais, si ce plan est dans l'azimut de 45°, une certaine quantité de lumière reparaît sous l'influence du champ, quand le liquide est actif. On peut l'éteindre en comprimant le compensateur C' parallèlement ou normalement aux lignes de force. Ces deux cas correspondent à la manière dont se comporte, sous l'action du champ, un cristal uniaxe parallèle aux lignes de force, respectivement positif ou négatif.

» La solution de *chlorure ferreux*, de récente préparation et peu concentrée, donne souvent une trace de biréfringence positive. Pour 18000 unités, la différence de marche des deux rayons, ordinaire et extraordinaire, est égale à $\frac{2}{100}$ ou $\frac{3}{100}$ de longueur d'onde.

» Le *fer dialysé* ou *oxyde ferrique colloïdal* présente, dans certains cas, des phénomènes bien plus marqués. Voici les différents types de ce liquide :

» *Premier type*. — Il donne une biréfringence positive très nette, régulièrement croissante avec le champ. On peut, dans tous les cas, la compenser en comprimant le

compensateur C′ parallèlement au champ. C'est le type le plus commun, et les préparations ordinaires récentes en fournissent très facilement des échantillons.

» *Deuxième type.* — Biréfringence de même ordre, mais plus faible, négative. Ce cas est plutôt rare; je ne l'ai rencontré que dans des échantillons récents de *fer Bravais.*

» *Troisième type.* — Biréfringence d'abord positive; elle s'annule pour une certaine valeur du champ (point d'inversion), pour devenir fortement négative avec l'accroissement du champ (*fer Bravais ou Erba ayant au moins* 10 *années*).

» *Quatrième type.* — Biréfringence faible, ordinairement positive, unie à rotation bimagnétique. Ce type est également assez rare; je ne m'en occuperai pas pour le moment.

» Le liquide du premier type, à la densité de 1,002, donne, avec le champ maximum (18 000 unités), une biréfringence de 0,33 λ dans le rouge. A 5000 ou 6000 unités, le phénomène est inobservable.

» Pour le fer Bravais vieux et très actif (troisième type), le liquide fut dilué à la densité de 1,001, parce qu'il a un grand pouvoir absorbant. A 3000 unités, la biréfringence positive est maximum (0,6 λ); à 5450 unités, point d'inversion; la biréfringence passe à des valeurs négatives et croît rapidement en valeur absolue.

» Le compensateur C′ ne pouvant plus servir, on le remplace par un spectroscope à la suite de l'analyseur. On observe seulement une partie du spectre d'absorption dans le jaune, car, pour une même valeur du champ, la biréfringence varie avec la couleur.

» En augmentant la force du champ, l'extinction se reproduit chaque fois que la différence de marche passe par un nombre entier de longueurs d'onde.

» De cette manière, on peut faire les observations suivantes:

Champ..............	0	5450	8500	10725	13075	15000	17250
Biréfringence........	0	0	λ	2 λ	3 λ	4 λ	5 λ

» Tous les échantillons de fer dialysé que j'ai étudiés rentrent dans ces trois cas; je crois que la variété des phénomènes observés doit être attribuée à l'âge des différents échantillons. Il est certain que, si l'oxyde ferrique colloïdal n'est pas coagulé et est très vieux, il présente des phénomènes d'une netteté et d'une intensité remarquables.

» Le phénomène de l'inversion rend l'étude des lois de la biréfringence assez difficile. Si la partie positive est très réduite, on peut vérifier avec une bonne approximation, et moyennant le spectroscope, les lois suivantes:

» La biréfringence β est : 1° proportionnelle à l'épaisseur l du liquide normalement aux lignes de force; 2° à la concentration du liquide, ou à l'excès δ — 1 de la densité par rapport à l'eau sur l'unité; 3° au carré du champ H; 4° en raison inverse du carré de la longueur d'onde λ. D'où la formule

$$\beta = k\frac{l(\delta-1)H^2\lambda_D^2}{\lambda^2},$$

dans laquelle k est une constante et λ_D la longueur d'onde de la ligne jaune du sodium. De cette manière, les biréfringences sont rapportées à celles qu'on observerait pour la couleur jaune. Pour le fer Bravais vieux, $k = -0,0000048$. Ce n'est là, du reste, qu'une valeur approchée, à cause du point d'inversion.

» Les mesures effectuées m'ont conduit à ranger parmi les liquides inactifs ceux pour lesquels on a, en valeur absolue, $k < 2.10^{-8}$. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du radium.* Note de Mme CURIE, présentée par M. Mascart.

« En concentrant par cristallisation fractionnée la plus grande partie du baryum radifère qui était à ma disposition, je suis arrivée à obtenir environ 1^{dg} de chlorure de radium parfaitement pur, ce qui m'a permis de faire une détermination de poids atomique du radium.

» Il résulte des expériences qui suivent que le poids atomique du radium est 225 (1), avec une incertitude ne dépassant probablement pas une unité, le radium étant considéré comme un élément bivalent.

» La méthode employée consiste à doser, à l'état de chlorure d'argent, le chlore contenu dans un poids connu de chlorure de radium anhydre. Comme expériences de contrôle, j'ai déterminé le poids atomique du baryum par la même méthode, dans les mêmes conditions et avec la même quantité de matière. Les nombres trouvés étaient toujours compris entre 137 et 138. J'ai vu ainsi que cette méthode donne des résultats satisfaisants, même avec une aussi faible quantité de matière.

» Plusieurs déterminations ont été faites avec le chlorure de radium ; après chaque opération, le radium était ramené à l'état de chlorure de la manière suivante. La liqueur contenant, après le dosage, l'azotate de radium et l'azotate d'argent en excès était additionnée d'acide chlorhydrique pur ; on séparait le chlorure d'argent par filtration ; la liqueur était évaporée à sec plusieurs fois avec un excès d'acide chlorhydrique pur. L'expérience montre qu'on peut ainsi éliminer complètement l'acide azotique.

» Les pesées étaient faites sur une balance apériodique Curie, parfaitement réglée, précise au vingtième de milligramme. Cette balance à lecture directe permet de faire des pesées très rapides, ce qui est une condition essentielle pour la pesée des chlorures anhydres de baryum et de radium, qui absorbent lentement de l'eau, malgré la présence de corps desséchants dans la balance. Les matières à peser étaient placées dans

(1) En adoptant $Cl = 35,4$ et $Ag = 107,8$.

un creuset de platine; ce creuset était en usage depuis longtemps, et j'ai vérifié que son poids ne variait pas d'un dixième de milligramme au cours d'une opération.

» Le chlorure hydraté obtenu par cristallisation était chauffé à l'étuve pour être transformé en chlorure anhydre. L'expérience montre que, lorsque le chlorure a été maintenu quelques heures à 100°, son poids ne varie plus, même lorsqu'on fait monter la température jusqu'à 200° et qu'on l'y maintient pendant quelques heures. Le chlorure anhydre ainsi obtenu constitue donc un corps parfaitement défini.

» Dans toutes les mesures, le chlorure était desséché à 150°.

» M. Demarçay a bien voulu examiner le spectre du chlorure de radium soumis à l'analyse et me donner des renseignements précieux sur l'état de pureté de cette substance.

» Deux séries d'expériences ont été faites. La première série a été faite avec un chlorure de radium que M. Demarçay considérait comme sensiblement pur, mais dont le spectre présentait cependant encore les trois raies principales du baryum avec une intensité notable. Les nombres obtenus dans quatre opérations successives sont les suivants :

220,7, 223,0, 222,8, 223,1.

» J'ai entrepris alors une nouvelle purification du produit et je suis arrivée à obtenir une matière beaucoup plus pure. M. Demarçay pense que ce second produit ne contient qu'une « quantité minime de baryum, incapable d'influer d'une façon appré-
» ciable sur le poids atomique ».

» Voici le résultat de trois mesures faites avec ce radium parfaitement pur :

225,3, 225,8, 224,0.

» Ces nombres donnent une moyenne de 225. Je pense que ce nombre est exact, à une unité près.

» Le chlorure d'argent du dosage était toujours radio-actif et lumineux. Je me suis assurée qu'il n'avait pas entraîné de quantité pondérable de radium, en déterminant la quantité d'argent qui y était contenue. J'ai constaté également que le poids de chlorure de radium régénéré n'avait pas varié dans les opérations.

» La séparation du chlorure de radium a été obtenue par cristallisation fractionnée en liqueur chlorhydrique du chlorure de baryum radifère préalablement purifiée avec soin. Quand la concentration en radium est assez grande, les cristaux, d'abord incolores au sein de la solution, deviennent jaunes ou roses quelques heures après le dépôt. Cette coloration disparaît par la dissolution. Elle semble due à la présence simultanée du baryum et du radium, car les cristaux de chlorure de radium pur ne se colorent pas. On peut se servir de cette observation pour suivre la marche du fractionnement.

» Le chlorure de radium pur anhydre est spontanément lumineux.

» D'après ses propriétés chimiques, le radium est un élément de la série des alcalinoterreux. Il est, dans cette série, l'homologue supérieur du baryum.

» D'après son poids atomique, il vient se placer également, dans le Tableau de Mendeleeff, à la suite du baryum dans la colonne des alcalinoterreux et sur la rangée qui contient déjà le thorium et l'uranium. »

CHIMIE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur les sulfates de sesquioxyde d'aluminium, de chrome et de fer.* Note de **M. A. Recoura.**

« On sait que les sels de sesquioxyde d'aluminium, de chrome et de fer, lorsqu'ils sont dissous dans l'eau, éprouvent, surtout à chaud, une décomposition partielle qui a pour effet de mettre en liberté une partie de l'acide du sel. D'autre part, il est probable, d'après ce que l'on sait sur ces composés, que les trois hydroxyles des bases $Al(OH)^3$, $Cr(OH)^3$ et $Fe(OH)^3$ ne sont pas identiques et que certains d'entre eux peuvent même, dans des circonstances déterminées, changer de fonctions, comme M. Wyrouboff l'a très bien mis en lumière dans son Mémoire *Sur la constitution des composés du chrome* (*Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXVIII, p. 666).

» Dans ces conditions, il était intéressant de rechercher comment se comporteraient les solutions de ces sels, quand on ferait agir sur elles un acide différent de celui du sel et d'une énergie moindre. Ainsi, par exemple, le sulfate de sesquioxyde de chrome dissous abandonnant sous l'action de la chaleur, ainsi que je l'ai montré, une partie de son acide sulfurique, qui devient libre, il était probable que, si ce dédoublement s'opérait en présence d'un autre acide, plus faible que l'acide sulfurique, comme l'acide chlorhydrique, et *employé en grand excès*, le ou les hydroxyles de la base, devenus libres par la séparation de l'acide sulfurique, pourraient fixer une ou plusieurs molécules d'acide chlorhydrique, et donner ainsi naissance à un sel polyacide dans lequel les hydroxyles de la base seraient saturés, les uns par de l'acide sulfurique, les autres par de l'acide chlorhydrique.

» L'expérience a vérifié ces prévisions. Je vais faire connaître aujourd'hui les premiers résultats que j'ai obtenus en faisant agir, en dissolution et à chaud, l'acide chlorhydrique sur les sulfates d'aluminium, de chrome et de fer.

» Avec les sulfates d'aluminium et de chrome, j'ai obtenu, suivant mes prévisions, un sel polyacide :

$$Al, SO^4, Cl, 6H^2O \quad \text{et} \quad Cr, SO^4, Cl, 6H^2O,$$

tandis qu'avec le sulfate de fer j'ai transformé le sulfate ferrique $Fe^2, 3SO^4$ en un sulfate acide $Fe^2, 3SO^4, SO^4H^2, 8H^2O$. Je vais d'abord décrire le composé chromique, qui présente des propriétés fort intéressantes.

» *Chlorosulfate de chrome,* $Cr, SO^4, Cl, 6H^2O$. — On obtient ce composé très facilement de la façon suivante. A 50^{cm^3} d'acide chlorhydrique fumant, porté à l'ébullition, on ajoute 60^g de sulfate violet de chrome, qui s'y dissolvent immédiatement en donnant une liqueur verte. On laisse bouillir un quart d'heure, puis on abandonne la liqueur. Au bout de quelques jours, elle se transforme en une bouillie cristalline, qu'on essore aussi complètement que possible et qu'on lave ensuite avec un mélange d'alcool et d'acétone. On obtient ainsi une poudre verte, très soluble dans l'eau, à laquelle l'analyse assigne la composition $Cr, SO^4, Cl, 6H^2O$ [1].

» On remarquera que l'on retrouve dans ce composé les 6^{mol} d'eau qui existent dans les deux chlorures de chrome, le chlorure vert et le chlorure violet, qui ont tous deux pour composition $CrCl^3, 6H^2O$. *Ces* 6^{mol} *d'eau sont de l'eau de constitution, car, comme je le montrerai plus loin, le départ d'une seule de ces molécules modifie profondément les propriétés du corps.* Il y a lieu de noter que, tandis que le chlorure vert de chrome est soluble dans l'alcool et dans l'acétone, ce composé y est insoluble. J'ajouterai qu'il faut lui attribuer la formule moléculaire $CrSO^4Cl$, et non pas une formule double ou triple, ainsi que cela résulte des mesures cryoscopiques exposées plus loin.

» La propriété la plus intéressante de ce corps est la suivante : *Le chlore qu'il renferme n'est pas précipitable par l'azotate d'argent, tandis que la totalité de l'acide sulfurique est immédiatement précipitable par le chlorure de baryum.* L'expérience doit être faite de la façon suivante : A une solution étendue (1^{mol} dans 35^l environ) qui vient d'être faite et qui est refroidie à 0° et acidulée avec de l'acide azotique, on ajoute la quantité équivalente d'azotate d'argent. La liqueur reste parfaitement limpide pendant plus d'un quart d'heure. Elle louchit ensuite et précipite peu à peu. Si l'on opère à la température ordinaire et sans addition d'acide azotique, la liqueur commence à précipiter presque aussitôt. Car, comme tous les composés complexes du chrome que j'ai décrits, et dans lesquels des radicaux acides sont dissimulés, celui-ci est assez rapidement transformé par l'eau. Ainsi, au bout d'un certain temps, la dissolution de ce corps, qui, au début, est verte, vire au violet, et elle n'est plus alors qu'un *mélange* de chlorure violet et de sulfate violet, comme il est facile de le vérifier par la cryoscopie.

» *Chlorosulfate de chrome,* $Cr, SO^4, Cl, 5H^2O$. — Le sel précédent, qui renferme 6^{mol} d'eau, maintenu à une température de 85°, perd peu à peu de l'eau, et l'on con-

---

[1] Trouvé : $Cr = 1$, $SO^4 = 1,003$, $Cl = 1,001$, $H^2O = 5,95$.

state que, quand il a perdu 1^{mol}, sa dissolution *très étendue* (1^{mol} dans 500^l), qui, auparavant, précipitait par le chlorure de baryum, ne précipite plus, toutes choses égales d'ailleurs. Elle ne précipite pas non plus par l'azotate d'argent. *Le départ de* 1^{mol} *d'eau a donc eu pour effet de faire entrer l'acide sulfurique dans le radical complexe qui renfermait déjà le chlore et le chrome.* Si l'on continue à chauffer, toujours à 85°, le composé continue à perdre de l'eau, devient plus difficilement soluble; mais il perd en même temps un peu d'acide chlorhydrique.

» Il était intéressant de déterminer l'abaissement du point de congélation des solutions aqueuses de ce composé. On sait, en effet, que, tandis que l'abaissement moléculaire dans l'eau des composés non électrolytes est 18,5, les électrolytes ont *toujours* un abaissement moléculaire beaucoup plus élevé, ce que l'on explique généralement par la dissociation partielle en leurs ions, qu'ils éprouvent de la part de l'eau, ce qui a pour effet d'augmenter le nombre des particules actives. Or, le composé actuel ne se prêtant pas aux doubles décompositions, il était à présumer qu'il se comporterait comme les non électrolytes. C'est ce que l'expérience a pleinement vérifié. *J'ai trouvé pour l'abaissement moléculaire du composé* $Cr, SO^4, Cl, 5H^2O$ *le nombre* 18,8, *c'est-à-dire l'abaissement des non électrolytes,* alors que, dans les mêmes conditions de dilution (1^{mol} dans 10^l), le composé à 6^{mol} d'eau, qui est dissociable, donne 23,7 et le chlorure vert de chrome $CrCl^3, 6H^2O$ donne 40. Il y a lieu de signaler que le composé à 5^{mol} d'eau se transforme très rapidement, quand il est dissous, en le composé dont l'acide sulfurique est précipitable. Ainsi, au bout de 20 minutes de dissolution, l'abaissement moléculaire s'est déjà relevé à 21,1 et la liqueur précipite partiellement par le chlorure de baryum. Mais, si l'on a poussé la déshydratation plus loin, par exemple si le produit a perdu 2^{mol} d'eau, sa solution est alors beaucoup plus stable; l'acide sulfurique y est dissimulé pendant beaucoup plus longtemps. Je reviendrai plus tard sur la constitution de ces composés, qui aidera à fixer celle des autres composés complexes du chrome, qui préoccupe actuellement nombre de chimistes. »

CHIMIE. — *Sur les mixtes formés par le soufre et le phosphore au-dessous de* 100°. Note de M. **R. Boulouch**, présentée par M. Georges Lemoine.

« L'existence des sulfures de phosphore de Berzélius P^4S, P^2S, P^2S^{12} a été contestée par plusieurs chimistes qui ont considéré ces corps comme de simples mélanges de soufre et de phosphore laissant déposer par refroidissement, tantôt du soufre, tantôt du phosphore.

» La détermination des lignes de solidification et des lignes de fusion de mélanges à proportions variables de ces deux corps simples permet de définir complètement les mixtes qui peuvent prendre naissance par simple contact au-dessous de 100°.

» *Courbe de solidification.* — La température de solidification est celle de l'apparition du premier cristal pendant le refroidissement. Comme, en

opérant en tubes scellés, on ne peut éviter la surfusion, j'ai dû déterminer la température correspondant à la disparition du dernier cristal pendant le réchauffement.

» Si l'on porte en abscisses le rapport du poids du soufre au poids total, et en ordonnées la température de solidification, on obtient les lignes PE, SE, qui se coupent au point E, dont les coordonnées sont σ (concentration) $= 0{,}228$ et $\theta = 9^{\circ},8$. Tout mélange de concentration $s < \sigma$, pris à l'état liquide, abandonnera le long de PE des cristaux α isomorphes du phosphore blanc; et tout mélange de concentration $s > \sigma$ abandonnera le long de SE des cristaux β isomorphes du soufre octaédrique. Au point E, dans les deux cas, s'il n'y a pas surfusion, le liquide restant se prendra en masse, formant un conglomérat de cristaux α et β : le point E est un point d'eutexie.

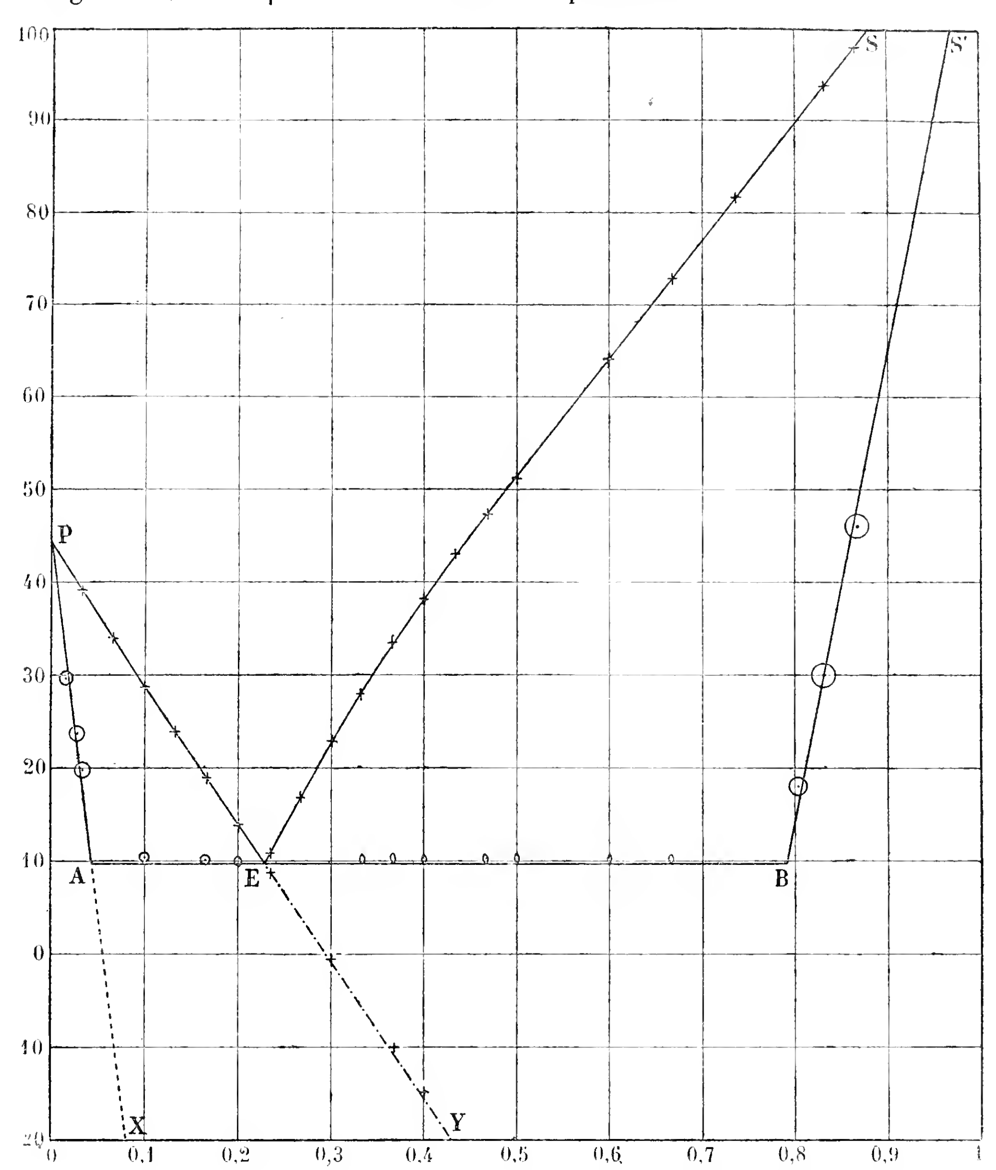
» Mais les cristaux β demeurent facilement en faux équilibre, de telle sorte que l'on peut déterminer des points de la ligne de solidification des cristaux α jusqu'à -20° et même au delà; ces points se placent sur le prolongement de la ligne PE. Ainsi, à un mélange de concentration donnée correspondent deux points de solidification souvent fort éloignés, relatifs, l'un au véritable équilibre, l'autre au faux équilibre du liquide qui peut donner les cristaux β.

» *Courbe de fusion.* — Les cristaux α et β ne sont pas, comme on l'a prétendu, du phosphore et du soufre purs. S'il en était ainsi, un mélange quelconque solidifié contiendrait toujours un peu d'eutectique, et la ligne de fusion (apparition de la première goutte liquide) serait la droite AB passant par le point E et terminée aux deux ordonnées extrêmes. Or l'étude dilatométrique des solides complexes obtenus par refroidissement montre que la ligne de fusion se compose de la partie AB et, en plus, du côté du phosphore, de la ligne PA correspondant aux points de fusion de cristaux mixtes de phosphore et de soufre, de concentration inférieure à 0,04.

» La partie EB de la ligne de fusion a été facilement déterminée, d'une façon un peu grossière, par l'observation directe. Quant à la partie S'B, quelques points ont pu être déterminés par l'observation au microscope, et le point le plus bas par la détermination pondérale des proportions relatives de liquide et de solide dans un mélange de composition donnée.

» L'analyse chimique peut difficilement vérifier les résultats précédents pour la ligne PA; mais les analyses si minutieuses de Berzélius fournissent un contrôle précieux pour la ligne S'B, car le sulfure P^2S^{12} constitue des

cristaux mixtes non homogènes dont la composition moyenne, donnée par la ligne S′B, correspond bien à la formule précédente.



» *Conclusions :* 1° Il n'existe pas de sulfure de phosphore, composé défini, formé au-dessous de 100° ;

» 2° Il existe des cristaux mixtes de soufre et de phosphore, riches en soufre, isomorphes du soufre octaédrique, qui peuvent demeurer facilement en faux équilibre à l'état liquide ;

» 3° Il existe des cristaux mixtes riches en phosphore, isomorphes de ce corps, et que l'on peut isoler même à très basse température, grâce au faux équilibre des précédents;

» 4° Il existe un eutectique, conglomérat des deux espèces de cristaux mixtes, contenant 0,228 de soufre pour 0,772 de phosphore et qui, fondant brusquement et complètement à la température de 9°,8, simule ainsi un composé défini. »

CHIMIE. — *Sur la précipitation du chlorure et du bromure cuivriques par l'acide sulfurique.* Note de M. **Georges Viard**, présentée par M. Georges Lemoine.

« Un excès d'acide sulfurique concentré donne avec une solution de chlorure cuivrique un précipité jaune brun de chlorure anhydre, avec une solution de bromure cuivrique un précipité noir de bromure anhydre. Les mêmes précipités se produisent en ajoutant un excès d'acide sulfurique à un sel cuivrique quelconque mélangé soit de chlorure, soit de bromure alcalin [1].

» *Chlorure cuivrique.* — L'acide sulfurique, ajouté en grand excès, précipite à l'état de chlorure anhydre la presque totalité du sel dissous en dégageant quelques bulles (HCl) et le mélange s'échauffe fortement. La proportion de chlorure décomposé est très faible si l'on ajoute l'acide peu à peu pour éviter l'élévation de température; il ne reste alors que très peu de cuivre en solution : en versant goutte à goutte 2^{vol} de SO^4H^2 dans 1^{vol} d'une solution de chlorure au $\frac{1}{10}$ entouré d'eau froide, une fois le précipité déposé, le liquide clair ne contenait plus par gramme que $0^{mg},65$ de cuivre. Aussi cette précipitation par SO^4H^2 en excès est-elle une réaction assez sensible du chlorure cuivrique : une solution à $\frac{1}{100}$ donne après quelques instants un précipité jaune appréciable.

» Quand SO^4H^2 n'est pas en excès suffisant, c'est le chlorure hydraté vert ($CuCl^2 + 2H^2O$) qui se précipite; il faut que la liqueur à la température de 15° contienne plus de 68,4 pour 100 de son poids de SO^4H^2 pour que l'on ait du chlorure anhydre.

» L'action déshydratante de SO^4H^2 varie d'ailleurs avec la température et dans le même sens que celle-ci. Aussi, quand on précipite du chlorure cuivrique par SO^4H^2 en quantité telle que la teneur de cet acide soit inférieure, mais pas de beaucoup, à 68,4 pour 100, on observe, au moment où on le verse, la précipitation de chlorure

---

(1) Les Traités d'analyse récents sont muets sur cette réaction; elle avait cependant été signalée sommairement par Gmelin (1844) et dans l'*Analyse qualitative* de H. Rose (1859).

anhydre jaune, et ce n'est qu'après refroidissement que ce chlorure anhydre se transforme en chlorure vert hydraté que l'on peut retransformer en chlorure jaune en chauffant modérément la liqueur. Le passage du sel anhydre au sel hydraté par refroidissement de la liqueur après qu'on a versé SO^4H^2 se fait d'autant plus lentement qu'on est plus près de la limite 68,4. Aussi faut-il abandonner longtemps le mélange à la température de 15° avant de savoir si, dans l'état d'équilibre, c'est le sel jaune ou le sel vert qui persiste. Ainsi, pour un mélange dont la teneur en SO^4H^2 était 68,1, les cristaux verts ont apparu en petite quantité au-dessus du sel jaune au bout de 1 jour et ont toujours été en augmentant aux dépens du sel jaune; mais ce n'est qu'au bout de 13 jours que tout était transformé en chlorure hydraté vert.

» Il semblerait donc à première vue que SO^4H^2 n'attaque pas du tout à froid le chlorure cuivrique, et cela est dit dans les Traités de Gmelin, Dammer, etc. Cette affirmation est trop absolue : il y a une attaque qui s'arrête vraisemblablement quand la teneur du liquide en HCl atteint une certaine valeur qui dépend de la teneur en SO^4H^2 et est toujours très faible. Si l'on enlève HCl en faisant barboter de l'air dans le liquide, l'attaque continue jusqu'à destruction complète du chlorure. On peut suivre cette action en faisant passer l'air au sortir du mélange dans AzO^3Ag et l'on constate ainsi qu'elle est très lente : pour obtenir la réaction complète d'un mélange de 2^{vol} de SO^4H^2 avec 1^{vol} de chlorure à $\frac{1}{10}$, il a fallu faire passer environ une bulle par seconde pendant une douzaine d'heures.

» Il va sans dire que, pour éliminer HCl au fur et à mesure de sa mise en liberté, au lieu de faire passer de l'air, on peut placer le mélange dans le vide au-dessus de potasse caustique; on arrive également ainsi, en quelques jours, à la décomposition complète du chlorure.

» Le chlorure cuivrique est donc, en somme, attaquable à froid, mais faiblement, par SO^4H^2, et il l'est encore assez peu même à chaud. Si l'on chauffe graduellement la bouillie jaune obtenue en versant un grand excès de SO^4H^2 dans du chlorure cuivrique, elle se dissout complètement, en même temps qu'il se dégage quelques bulles de HCl; mais la quantité de chlorure ainsi décomposée est faible si l'on cesse de chauffer aussitôt la dissolution effectuée et, par refroidissement de la liqueur verte, le chlorure non décomposé dissous à chaud se reprécipite. On peut le redissoudre en chauffant à nouveau et répéter ces alternatives de dissolution et de reprécipitation un assez grand nombre de fois avant que le chlorure soit entièrement décomposé.

» Le chlorure anhydre, précipité par SO^4H^2, se présente au microscope en très petits cristaux jaunes. En laissant refroidir lentement la dissolution verte de $CuCl^2$ dans SO^4H^2, elle dépose des cristaux arborescents beaucoup plus volumineux, mais assez mal formés. Cette cristallisation du chlorure anhydre dans l'acide sulfurique montre combien est faible, même à chaud, l'attaque par cet acide.

» *Bromure cuivrique.* — Les réactions sont analogues : un excès de SO^4H^2 précipite la solution; mais ce précipité consiste toujours en bromure anhydre noir, et jamais en bromure hydraté; M. Sabatier a, en effet, montré (*Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 980) que ce dernier se forme assez difficilement et est instable.

» La réaction est encore plus sensible que pour le chlorure : une solution de $CuBr^2$ à $\frac{1}{200}$ donne, avec un excès de SO^4H^2, un abondant précipité noir.

» La grande insolubilité du bromure cuivrique dans une liqueur très chargée

de SO^4H^2 permet une précipitation presque complète : en ajoutant à 1^{vol} de $CuBr^2$ à $\frac{1}{10}$ 2^{vol} de SO^4H^2, le liquide incolore qui surmonte le précipité noir est exempt de cuivre et ne contient qu'une quantité inappréciable de HBr.

» Le bromure cuivrique est cependant, lui aussi, attaquable à froid par SO^4H^2, mais avec une extrême lenteur. En recueillant le bromure d'argent précipité d'une solution de AzO^3Ag par l'air qui a passé dans le mélange, on voit qu'en supposant la vitesse d'attaque constante, alors qu'elle doit évidemment diminuer, il faudrait faire passer une bulle par seconde pendant environ 1800 heures pour obtenir une décomposition complète.

» Même à chaud, l'attaque par SO^4H^2 est très faible : on peut, en chauffant le précipité noir avec un excès suffisant d'acide, le redissoudre totalement en ne dégageant que peu de HBr; on obtient ainsi une liqueur faiblement colorée en jaune, qui reprécipite du bromure noir par refroidissement.

» *Application à l'analyse qualitative.* — Ce qui précède fournit une distinction commode des chlorures et des bromures. Le mieux est de préparer d'avance un mélange de 1^{vol} de sulfate de cuivre à $\frac{1}{10}$ avec 10^{vol} de SO^4H^2. En versant sur ce réactif quelques gouttes du sel à reconnaître, on a un précipité jaune si c'est un chlorure, noir si c'est un bromure. On peut ainsi caractériser une solution de KCl à $\frac{1}{100}$ ou de KBr à $\frac{1}{200}$.

» Ces précipités se produisent également en versant sur ce réactif quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou d'acide bromhydrique; ces acides déplacent donc ici l'acide sulfurique du sulfate de cuivre, comme dans les expériences classiques de M. A. Colson (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 81) où HCl gaz décompose SO^4Cu anhydre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du siliciure de cérium.* Note de M. **Sterba**, présentée par M. Henri Moissan.

« La première indication sur le siliciure de cérium a été donnée par M. Ulik (¹), qui a obtenu accidentellement, en électrolysant le fluorure de cérium et de potassium, un corps répondant à la formule Ce^2Si.

» Nous avions étudié les produits de l'action de l'oxyde de cérium sur le silicium à la température du four électrique de M. Moissan. Des mélanges à différentes proportions des deux corps nous ont donné un corps bien défini et cristallisé répondant à la formule $CeSi^2$, qui se forme toujours lorsqu'on fait réagir l'oxyde de cérium sur le silicium cristallisé.

(¹) *Chemisches Central-Blatt*, 1865, p. 1045.

» *Préparation.* — Un mélange intime de 172^g d'oxyde de cérium pur préparé par le procédé indiqué précédemment [1] et de $85^g,2$ de silicium pur finement pulvérisé était placé dans une nacelle de graphite, chauffée, dans un tube de même substance, au four électrique de M. Moissan, avec un courant de 600 ampères et 100 volts :

» La réaction commence instantanément; elle est terminée quand la matière est fondue.

» Le culot obtenu, séparé mécaniquement et d'une façon aussi complète que possible de la scorie, forme des morceaux fondus et homogènes d'un poids de plusieurs grammes.

» Les culots concassés sont traités au bain-marie par une solution de potasse à 5 pour 100 pour enlever le silicium libre.

» Toute la masse est formée de cristaux microscopiques d'une couleur d'acier. Ces cristaux sont purifiés par lévigation et séchés à l'étuve à 100°.

» Ces cristaux sont très cassants; ils donnent une poudre noire dont la densité, prise dans l'eau à 17°, est de 5,67.

» *Analyse.* — L'analyse qualitative nous a indiqué la présence du cérium et du silicium avec très peu de carborundum et des traces de fer.

» L'analyse quantitative a été effectuée de la manière suivante : le siliciure a été traité au bain-marie plusieurs fois par l'acide chlorhydrique et étendu pour insolubiliser la silice et dissoudre le cérium. La silice a été attaquée par l'acide fluorhydrique et le résidu a été pesé comme carborundum.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Théorie pour $CeSi^2$.
Ce......	71,17	70,70	70,81	71,42	71,16
Si......	28,97	28,60	28,86	28,67	28,83

» Ces chiffres ont été obtenus avec des siliciures provenant de différentes préparations. La quantité de carborundum variait entre 3,5 pour 100 et 6,64 pour 100.

» Ce siliciure de cérium se présente sous forme de cristaux microscopiques opaques, de couleur d'acier : il est insoluble dans l'eau, qui ne l'attaque que très lentement, après plusieurs jours de contact en présence de l'air; insoluble dans les dissolvants organiques.

» L'hydrogène n'agit à aucune température; le fluor agit à froid avec incandescence; le chlore, le brome et l'iode agissent également avec incandescence, mais seulement après avoir été chauffés.

» L'air et l'oxygène n'agissent pas à froid. Au rouge, l'oxydation se fait avec incandescence; projeté dans une flamme, le siliciure de cérium donne de brillantes étincelles.

» Le soufre et le sélénium agissent à l'ébullition avec une légère incandescence; chauffé avec le magnésium dans une atmosphère d'hydrogène, il donne un siliciure de magnésium qui, attaqué par l'acide chlorhydrique, dégage de l'hydrure de silicium spontanément inflammable.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1233.

» L'acide chlorhydrique gazeux l'attaque au rouge avec une légère incandescence.

» Les acides chlorhydrique et fluorhydrique en solution l'attaquent et dégagent de l'hydrogène.

» L'hydrogène sulfuré le transforme en sulfure.

» La vapeur d'eau est décomposée au rouge.

» Les acides minéraux agissent comme les hydracides, en dégageant de l'hydrogène.

» Les solutions d'acides organiques ne réagissent qu'à chaud.

» L'hypoazotide n'agit à aucune température.

» Les alcalis en solution sont presque sans action; fondus, ils agissent avec incandescence.

» L'ammoniaque n'agit pas; le gaz ammoniac agit au rouge.

» Le siliciure cristallisé fond au four électrique en une masse métallique cristalline ayant l'aspect de l'argent.

» *Conclusions.* — En résumé, nous avons obtenu un siliciure de formule $CeSi^2$ différent du siliciure de M. Ulik; la stabilité assez grande de ce corps permet sa préparation facile au four électrique de M. Moissan.

» Ses propriétés sont différentes de celles du siliciure de calcium (¹); elles le rapprochent des siliciures des métaux lourds. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcools sur les dérivés sodés d'autres alcools.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans plusieurs Communications antérieures (²), j'ai montré que les alcools primaires, chauffés au-dessus de 220° avec leurs dérivés sodés, donnent naissance à d'autres alcools deux fois plus condensés suivant la réaction :

$$C^nH^{2n+1}OH + C^nH^{2n+1}ONa = C^{2n}H^{4n+1}OH + NaOH.$$

» Il était à prévoir qu'une condensation analogue se produirait entre les alcools et les dérivés sodés d'autres alcools : elle se produit, en effet, comme je vais l'établir, entre les alcools éthylique ou propylique et le dérivé sodé de l'alcool œnanthylique; elle peut être formulée :

$$C^mH^{2m+1}OH + C^nH^{2n+1}ONa = C^{m+n}H^{2(m+n)+1}OH + NaOH.$$

(¹) Moissan et Dilthey, *Recherches sur le siliciure de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 503).

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 207; t. CXXXIII, p. 1220.

» *Condensation de l'alcool œnanthylique avec l'alcool éthylique.* — Il résulte des recherches de M. de Forcrand [1] que tous les alcools primaires dégagent une quantité de chaleur à peu près constante en se combinant avec le sodium. Il est donc permis de penser qu'en faisant réagir ce métal sur un mélange des alcools éthylique et œnanthylique, on obtient un mélange des deux alcoolates. Si l'on chauffe un tel mélange en présence des alcools correspondants, la réaction habituelle s'effectuera, et l'on pourra obtenir théoriquement quatre alcools différents; en réalité, on obtient surtout l'*alcool nonylique normal* $C^9H^{20}O$, qui résulte de la condensation de l'œnanthylate de sodium avec l'alcool éthylique :

$$C^7H^{15}ONa + CH^3 - CH^2OH = C^7H^{15} - CH^2 - CH^2OH + NaOH.$$

» Remarquons que cette réaction permet de passer d'un alcool primaire à son homologue supérieur, plus riche que lui de 2^{at} de carbone.

» On la réalise en chauffant en tubes scellés à 230° un mélange obtenu en dissolvant $1^g,20$ de sodium dans 8^g d'alcool œnanthylique et 10^g d'alcool éthylique. On opère exactement comme il est dit pour la préparation de l'alcool dipropylique [2] : il se forme de l'hydrogène, de l'éthylène, de l'acide acétique, de l'acide œnanthylique et des alcools que la distillation fractionnée permet de séparer.

» Les alcools mis en réaction restent inaltérés pour la plus grande partie : ils distillent avant 175°; on obtient ensuite, en partant de 200^g d'alcool œnanthylique et après quatre rectifications à la colonne Le Bel-Henninger, 4^g de liquide distillant entre 175° et 190°, puis 20^g entre 190° et 215°. A partir de cette température, le thermomètre monte très rapidement jusqu'à 240°, tandis que quelques gouttes seulement passent à la distillation. Elles sont formées surtout d'alcool diœnanthylique $\beta C^{14}H^{30}O$.

» La fraction 190°-215° est rectifiée de nouveau et l'on sépare enfin 8^g d'un alcool bouillant à 212°-214° (corr.), qui présente la composition de l'*alcool nonylique normal* $C^9H^{20}O$. Il se solidifie à — 20° et ne fond plus alors qu'à — 10°; sa densité à 0° est 0,8391; or l'alcool nonylique normal a pour densité, à 0°, 0,8415; solidifié, il fond à — 5°, puis entre en ébullition à 213°,5 (corr.).

» Afin de compléter l'identification, j'ai préparé l'acide correspondant à l'alcool que j'avais obtenu, puis j'ai transformé l'acide en amide. Celui-ci, purifié par cristallisation dans l'alcool, fondait à 90°-92°, alors que l'acide pélargonique provenant de l'alcool nonylique normal fournit un amide qui fond à 92°-93°.

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. II, p. 456.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1220.

» C'est donc bien l'alcool nonylique normal qui s'est formé dans la condensation de l'alcool éthylique avec l'alcool œnanthylique.

» Il y a lieu de remarquer que l'élimination de l'eau produite dans cette condensation s'effectue aux dépens de la fonction alcoolique de l'alcool le plus riche en carbone.

» *Condensation de l'alcool œnanthylique avec l'alcool propylique.* — L'opération, conduite comme dans le cas précédent et effectuée sur 100g d'alcool œnanthylique et 250g d'alcool propylique, a fourni 18g d'un alcool bouillant à 221°-223° (corr.), répondant à la formule $C^{10}H^{20}O$.

» Cet alcool décylique a pris naissance dans la réaction :

$$C^7H^{15}ONa + CH^3 - CH^2 - CH^2OH$$
$$= C^7H^{15} - CH(CH^3) - CH^2OH + NaOH.$$

» Il s'est produit simultanément à peu près autant d'alcool dipropylique $C^6H^{14}O$, que la distillation fractionnée permet de séparer facilement.

» Comme nous le verrons dans la suite, cet alcool décylique a pour constitution $CH^3 - (CH^2)^6 - CH(CH^3) - CH^2OH$; c'est le *méthyl*-8, *nonylol*-9; il est liquide, incolore, huileux; sa densité est, à 0°, 0,8457 et, à 15°, 0,8333.

» Son éther acétique, liquide incolore, huileux, à odeur faible de citron, bout à 238°-240°; il a pour densité, à 0°, 0,8812 et, à 15°, 0,8705.

» Chauffé à 250° avec la potasse récemment fondue, cet alcool décylique se transforme en acide correspondant $C^{10}H^{20}O^2$, qui est liquide, incolore, possède une faible odeur de suif et bout à 261°-265° (corr.). Sa densité à 0° est 0,9127. L'amide correspondant cristallise dans l'alcool en belles aiguilles prismatiques incolores, groupées en étoiles, fondant à 76°.

» Pour établir la constitution de cet acide, je l'ai oxydé avec ménagement par le mélange chromique, et j'ai pu isoler des produits de la réaction une acétone qui donne avec le bisulfite de soude une combinaison cristalline. Elle répond à la formule $C^9H^{18}O$ et fournit une semicarbazone qui fond à 118° : ce sont précisément les propriétés de la *méthylheptylcétone* $C^7H^{15} - CO - CH^3$ décrite dernièrement par M. Thoms (1).

» Il se produit en même temps, dans l'oxydation de l'acide décylique, les *acides carbonique, acétique, œnanthylique* et *caprylique;* il a donc pour constitution :

$$C^7H^{15} - CH(CH^3) - CO^2H.$$

(1) *Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft*, 1901.

On en déduit pour l'alcool correspondant la formule

$$C^7H^{15} - CH(CH^3) - CH^2OH,$$

et l'on voit que, dans la réaction qui donne naissance à cet alcool, l'élimination de la molécule d'eau entre les deux alcools générateurs s'effectue aux dépens de l'oxhydryle de l'alcool œnanthylique, c'est-à-dire aux dépens de la fonction alcoolique de l'alcool le plus condensé, comme cela s'était déjà produit dans la formation de l'alcool nonylique normal. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude sur la distillation simultanee de deux substances non miscibles*. Note de MM. **Eug. Charabot** et **J. Rocherolles**, présentée par M. A. Haller.

« En 1863, M. Berthelot (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. I, p. 384) étudia le phénomène particulièrement intéressant de la distillation des liquides mélangés, et mit en lumière des faits fondamentaux. Il formula, entre autres conclusions, celles que voici : 1° deux corps bouillant simultanément se vaporisent suivant des rapports de poids déterminés par le produit des densités de vapeurs multipliées par leurs tensions actuelles dans les conditions de l'expérience; 2° deux corps n'exerçant aucune action réciproque entrent simultanément en ébullition à la température à laquelle la somme de leurs tensions maxima fait équilibre à la pression qui s'exerce à la surface du liquide. Le cas de la distillation de deux liquides non miscibles était ainsi nettement distingué. MM. Isidore Pierre et Puchot (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXII, p. 356, et t. XXIII, p. 145) en reprirent l'étude en 1871. Plus tard, M. Naumann (*D. chem. Gesell.*, t. X, p. 1421) appliqua à la détermination des poids moléculaires une formule résumant l'une des conclusions de M. Berthelot (*loc. cit.*, p. 387) et donnant le rapport entre les poids P et P' de deux substances non miscibles distillant simultanément. Si M et M' sont les poids moléculaires respectifs des deux corps, F et F' leurs tensions de vapeur à la température à laquelle s'effectue la dilatation, on aura

$$\frac{P}{P'} = \frac{MF}{M'F'}.$$

» Étant donnée l'importance industrielle de la distillation avec la vapeur d'eau, nous avons entrepris une série d'études sur cette question.

Après avoir constaté expérimentalement qu'un accroissement de pression dans un appareil distillatoire peut avoir, dans un grand nombre de cas, pour effet d'augmenter sensiblement le rendement en essence, nous avons été amenés à expliquer ce résultat en étudiant les variations subies par le rapport $\frac{P}{P'}$ lorsqu'on modifie la pression à la surface du liquide, c'est-à-dire lorsqu'on fait varier la température d'ébullition simultanée de l'eau et d'un corps non miscible à l'eau.

» Parmi les diverses substances, il en est pour lesquelles le rapport $\frac{P}{P'}$ entre le poids de ces substances et le poids d'eau qui distillent simultanément est inférieur à l'unité; d'autres pour lesquelles ce rapport est supérieur à 1.

» Examinons séparément ces deux cas.

» 1° *Substances pour lesquelles le rapport $\frac{P}{P'}$ est inférieur à l'unité.* — Nous citerons quelques exemples :

» Le limonène, $C^{10}H^{16}$, bout à 57°,5 sous 12^{mm} de pression et à 176° sous 760^{mm}. On a donc, à 57°,5, $\frac{P}{P'} = \frac{136 \times 12}{18 \times 132,5} = 0,68$; et à 176°, $\frac{P}{P'} = \frac{136 \times 760}{18 \times 6880} = 0,84$. On voit que le rapport $\frac{P}{P'}$ augmente avec la température. De même, pour le géraniol et l'eau, on trouve 0,08 à 110° et 0,31 à 230°; pour le linalol et l'eau, 0,19 à 86° et 0,60 à 198°; pour le citronellol et l'eau, 0,11 à 118° et 0,34 à 226°; pour la méthylhepténone et l'eau, 0,94 à 84° et 0,97 à 168°. Il est intéressant de noter que, dans ce dernier exemple, la valeur du rapport $\frac{P}{P'}$ étant déjà très voisine de l'unité pour une température de 84°, ce rapport n'augmente que d'une façon insensible, malgré une élévation de température de 84°. Nous nous bornerons à ces exemples pour montrer que *le rapport entre le poids d'un corps et le poids d'eau qui distillent simultanément croît avec la température lorsqu'il s'agit d'un produit pour lequel ce rapport est inférieur à l'unité.*

» Effectivement, nous avons pu vérifier cette loi par l'expérience, en soumettant à la distillation, d'une part sous pression réduite, d'autre part sous pression normale, de l'eau et des substances non miscibles à l'eau. Nous indiquerons, pour fixer les idées, les résultats que nous avons obtenus en opérant avec le linalol et l'eau. Sous 200^{mm} de pression, nous avons recueilli 13^{g},2 de linalol pour 100^{g} d'eau, tandis que, sous la pression normale, 22^{g},3 de linalol ont distillé en même temps que 100^{g} d'eau.

» 2° *Substances pour lesquelles le rapport $\frac{P}{P'}$ est supérieur à l'unité.* — Pour le pinène, $C^{10}H^{16}$, le calcul montre que le rapport $\frac{P}{P'}$ prend les valeurs suivantes : 3,30 à 0°; 2,49 à 10°; 1,95 à 20°; 1,66 à 30°; 1,51 à 40°; 1,39 à 50°; 1,37 à 60°; 1,32 à 70°; 1,30 à 80°; 1,30 à 100°; 1,30 à 120°; 1,29 à 140°; 1,25 à 160°; 1,14 à 200°.

» Dans le cas de la benzine, C^6H^6, on trouve : 25 à 0°; 12,7 à 50°; 7,7 à 100°; 5,3 à 150°; 3,9 à 200°; 3,2 à 250°.

» Poussons, pour quelques corps, le calcul jusqu'au voisinage de l'état critique. Dans le cas de l'isopentane, C^5H^{12}, $\frac{P}{P'} = 225,6$ à 0°; 28,2 à 100°, et, enfin, ce rapport prend des valeurs voisines de 10,9 lorsque la température est voisine de 188°, température critique de la substance. Pour l'hexane normal, C^6H^{14}, on trouve 46,9 à 0°; 11,5 à 100°, et des valeurs voisines de 5 dans le voisinage de l'état critique qui se manifeste à 235°. Citons encore l'exemple du tétrachlorure de carbone, CCl^4, pour lequel $\frac{P}{P'}$ prend les valeurs : 61,7 à 0°; 14,2 à 100°, et une valeur voisine de 12 aux environs de 283°, température critique.

» *On voit que le rapport entre le poids d'une substance et le poids d'eau qui distillent simultanément décroît lorsque la température augmente, s'il s'agit d'un corps pour lequel ce rapport est supérieur à l'unité.*

» Nous avons soumis cette loi à diverses vérifications expérimentales. L'essence de térébenthine et l'eau, par exemple, ont distillé : sous 210^{mm} de pression, dans la proportion de 123^g d'essence de térébenthine pour 100^g d'eau; sous la pression normale, dans la proportion de 102^g de la première substance pour 100^g de la seconde.

» *Conclusion.* — Les deux lois que nous venons de faire connaître peuvent être comprises dans l'énoncé général que voici : *Le rapport entre le poids d'un corps non miscible à l'eau et le poids d'eau qui distillent simultanément varie dans le sens qui le rapproche de l'unité, lorsque la température croît sans atteindre la température critique de l'une des deux substances.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau phénol diiodé.* Note de M. P. **Brenans**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai étudié antérieurement [1] deux phénols diiodés

$$OH - C^6H^3I^2\ 1.2.4 \quad \text{et} \quad OH - C^6H^3I^2\ 1.2.6.$$

La présente Note a pour objet de faire connaître un isomère nouveau, le phénol diiodé, $OH - C^6H^3I^2$ 1.3.6, que j'ai obtenu en partant de l'orthonitraniline. En mélangeant des solutions de chlorure d'iode et d'orthonitraniline dans l'acide acétique, j'ai préparé l'*orthonitraniline monoiodée*, $C^6H^3(AzH^2)(AzO^2)(I)$ 1.2.4. Le dérivé diazoïque de ce dernier corps a été décomposé au moyen de l'iodure de potassium et a fourni

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 831; t. CXXXIV, p. 357.

un *nitrobenzène diiodé*, $C^6H^3(AzO^2)(I^2)$ 1.3.6. La base correspondante, l'*aniline diiodée*, $C^6H^3(AzH^2)(I^2)$ 1.3.6, a donné, par diazotation et décomposition du diazoïque en présence de l'eau, le *diiodophénol*, $OH - C^6H^3I^2$ 1.3.6. Je vais indiquer les modes de production et les propriétés de ces différents corps.

» I. Orthonitraniline monoiodée $C^6H^3(AzH^2)(AzO^2)(I)$ 1.2.4. — Elle a été obtenue en versant peu à peu, en agitant, une solution acétique de 23g,55 de chlorure d'iode (1^{mol}) dans une dissolution de 20g d'orthonitraniline (1^{mol}) et 80g d'acide acétique.

» La réaction, commencée à froid, est achevée en portant la température vers 80°, 1 ou 2 heures; il y a dégagement d'acide chlorhydrique et dépôt d'un précipité cristallin. On verse le mélange dans 2^l d'eau bouillante, on entraîne au moyen de la vapeur d'eau une partie de l'acide acétique, un peu d'iode et de l'orthonitraniline qui n'ont pas réagi. La solution fournit, en refroidissant, 35g à 36g d'un corps cristallisé en aiguilles jaune orangé. Par recristallisation dans l'alcool chaud, celui-ci s'est déposé en gros prismes, fusibles à 122°; il présente les propriétés de l'*orthonitraniline iodée*, $C^6H^3(AzH^2)(AzO^2)(I)$ 1.2.4, déjà obtenue par une voie différente [1].

» II. Nitrobenzène diiodé $C^6H^3(AzO^2)(I^2)$ 1.3.6. — Pour transformer l'orthonitraniline monoiodée, $C^6H^3(AzH^2)(AzO^2)(I)$ 1.2.4, en nitrobenzène diiodé, $C^6H^3(AzO^2)(I^2)$ 1.3.6, je dissous 26g,4 d'orthonitraniline iodée dans un mélange froid de 70^{cm^3} d'acide acétique, 70^{cm^3} d'acide sulfurique et 75^{cm^3} d'eau. La solution, refroidie à 0°, est additionnée, en agitant au moyen d'une turbine, d'une solution de 7g de nitrite de soude dans 30^{cm^3} d'eau glacée.

» L'addition terminée après 1 heure, j'y ajoute, en refroidissant, une solution de 16g,6 d'iodure de potassium dans 30^{cm^3} d'eau; de l'azote se dégage et il se dépose un produit cristallin, jaune foncé. Le mélange est porté ensuite lentement vers 60°, afin d'achever la réaction. Le précipité total, obtenu après refroidissement et dilution du liquide, est lavé au bisulfite de soude, puis séché. Pour le purifier, je le dissous dans l'alcool chaud et je fais bouillir 1 heure la solution avec du noir animal. La dissolution, filtrée chaude, abandonne 30g d'un corps formé de fines aiguilles, jaunes, fusibles à 109°-110°, présentant la composition du *nitrobenzène diiodé* $C^6H^3(AzO^2)(I^2)$ 1.3.6. Ce dérivé est peu soluble dans l'eau; il est plus soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène.

» III. Aniline diiodée $C^6H^3(AzH^2)(I^2)$ 1.3.6. — Pour transformer le nitrobenzène diiodé 1.3.6 en aniline diiodée, on mélange à froid 15g de nitrobenzène avec 50^{cm^3} d'acide chlorhydrique; on ajoute peu à peu 27g,5 de protochlorure d'étain et l'on porte le tout vers 50° pendant 2 heures. Après la fin de la réaction, la base est mise en liberté en additionnant lentement le mélange de lessive de soude étendue. On jette le précipité sur un filtre, on le lave, on le sèche entre deux feuilles de papier à filtrer, on dissout l'aniline dans l'alcool et l'on filtre la solution. La liqueur, concentrée par distillation, est portée à l'ébullition avec du noir animal et filtrée de nou-

---

(1) Michael et Norton, *Deutsch. chem. Gesell.*, t. II, p. 109.

veau; elle abandonne par refroidissement des aiguilles incolores, à odeur de naphtaline, fusibles à 88°-89°, possédant la composition d'une *aniline diiodée* $C^6H^3(AzH^2)(I^2)$. C'est l'isomère 1.3.6. Cette base distille avec la vapeur d'eau; elle est soluble dans les solvants organiques. Ses solutions s'altèrent à la lumière.

» IV. Phénol diiodé $OH - C^6H^3I^2$ 1.3.6. — Pour l'obtenir, je dissous 5^g de l'aniline diiodée 1.3.6 dans un mélange tiède de 25^{cm^3} d'acide acétique et de 35^{cm^3} d'acide sulfurique; en refroidissant la solution à 0° et en agitant à l'aide d'une turbine, une partie de la base se dépose sous forme d'un précipité très divisé. J'y ajoute 1^g de nitrite de soude pulvérisé, par portions de $0^g,10$. Après 1 heure d'agitation, le mélange est versé lentement sur 100^g de glace pilée, puis la température est portée, peu à peu, vers 60°. Je dilue le liquide et je le traite par un courant de vapeur d'eau. Le phénol diiodé distille en aiguilles incolores; le rendement est de plus de 3^g. Pour le purifier, je le dissous à chaud dans l'éther de pétrole; la solution fournit des prismes aplatis, fusibles à 99°, présentant la composition d'un *phénol diiodé*, $OH - C^6H^3I^2$; c'est l'isomère 1.3.6. Ce diiodophénol est un peu soluble dans l'eau, l'éther; il est très soluble dans l'alcool, le chloroforme, l'acide acétique, le benzène, l'éther de pétrole.

» Afin de caractériser ce phénol diiodé, j'ai préparé son *éther acétique*,

$$C^2H^3O^2 - C^6H^3I^2 \quad 1.3.6$$

en maintenant 2 heures à l'ébullition le diiodophénol avec un excès d'anhydride acétique; après refroidissement, j'ai versé la solution dans l'eau. Le précipité obtenu a été dissous dans l'alcool méthylique; par évaporation, l'éther acétique a cristallisé en prismes allongés, incolores, fusibles à 70°, présentant la composition $C^7H^5O^2I^2$. Ce corps est très soluble dans l'alcool méthylique, l'acide acétique, le benzène et l'éther de pétrole. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitreux, en solution acide, sur les éthers β-cétoniques α substitués; synthèse des homologues de l'acide pyruvique*. Note de MM. **L. Bouveault** et **R. Locquin**, présentée par M. A. Haller.

« On sait, par les travaux de V. Meyer et de ses élèves, que l'acide nitreux, réagissant sur les éthers acétylacétiques α substitués, s'y combine en donnant deux réactions absolument différentes qui peuvent être représentées par les équations (I) et (II) :

$$\text{(I)}\quad CH^3 - CO - \underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}} - CO^2C^2H^5 + AzOOH = CH^3 - CO^2H + R - \underset{\displaystyle AzOH}{\underset{\|}{C}} - CO^2C^2H^5,$$

$$\text{(II)}\quad CH^3 - CO - \underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}} - CO^2C^2H^5 + AzOOH = CH^3 - CO - \underset{\displaystyle AzOH}{\underset{\|}{C}} - R + CO^2 + C^2H^6O.$$

» V. Meyer admet qu'il se forme d'abord un nitrosé vrai

$$\begin{matrix} CH^3 - CO \\ R \end{matrix} \!\!>\! C \!<\!\! \begin{matrix} AzO \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}$$

susceptible de s'hydrater de deux manières différentes suivant les conditions. Mais il n'a établi ni l'existence de ce nitrosé intermédiaire, ni les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir à volonté l'un ou l'autre dédoublement.

» Dans les expériences de V. Meyer, Züblin, Wleügel, Gutknecht, Treadwell et Fürth, expériences qui se font en liqueur alcaline, aqueuse ou alcoolique, les réactions (I) et (II) prennent naissance simultanément, mais l'on n'obtient la réaction (I) qu'avec des rendements très mauvais; aussi, l'étude des acides α isonitrosés et de leurs éthers est-elle relativement peu avancée.

» La réaction (II), au contraire, a été mieux élucidée, d'abord par Westenberger et ensuite par von Pechmann et ses élèves.

» Nous nous sommes proposé d'étudier de près le mécanisme de ces mêmes réactions et de déterminer les conditions permettant d'obtenir l'un des deux dédoublements à l'exclusion complète de l'autre.

» Nous avons fait réagir l'acide nitreux, non pas en solution alcaline comme nos devanciers, mais *en solution acide*, et nous avons constaté que, dans ces conditions, *c'est toujours la réaction* (I) *seule qui prend naissance.*

» *Mode opératoire suivi et résultats obtenus.* — On peut dissoudre l'éther β-cétonique dans l'acide chlorhydrique aqueux fumant auquel on ajoute, s'il y a lieu, de l'acide acétique cristallisable pour favoriser la dissolution. Puis, dans le liquide maintenu au-dessous de 0°, on fait tomber goutte à goutte et en agitant une solution concentrée de nitrite de soude en quantité calculée. Cette addition terminée, on verse sur l'eau glacée, on agite à l'éther, on lave la solution éthérée au carbonate de soude, on évapore l'éther et l'on rectifie le produit dans le vide.

» On recueille toujours ainsi un mélange de l'éther glyoxylique substitué et de son oxime. La formation de glyoxylate substitué s'explique, car, dans les conditions expérimentales, l'oxime formée se décompose en chlorhydrate d'hydroxylamine et éther correspondant.

» Cette décomposition est totalement évitée si, au lieu d'opérer en solution hydrochlorhydrique, on opère dans l'acide sulfurique concentré. Il est alors avantageux de remplacer l'addition de nitrite de soude par celle de cristaux des chambres de plomb (sulfate acide de nitrosyle) préalablement dissous eux-mêmes dans deux fois leur poids d'acide sulfurique. On termine l'opération comme précédemment. Le rendement en éther-oxime est alors intégral.

» Il est à remarquer, en outre, que le doublement a toujours lieu suivant le

schéma (I), quelle que soit la condensation moléculaire de l'éther β-cétonique employé, et que, dès lors, il est pratiquement beaucoup plus avantageux d'employer simplement des éthers *acétylacétiques* substitués plutôt que des éthers *acidylacétiques* substitués plus complexes.

» Ainsi, en partant de l'éthylcaproylacétate d'éthyle (dont nous avons récemment indiqué la préparation) on obtient la même oxime d'éther glyoxylique qu'en partant de l'éthylacétylacétate d'éthyle; seulement, dans le premier cas, le lavage au carbonate de soude enlève de l'acide caproïque, tandis que, dans le second cas, il enlève de l'acide acétique. Les deux réactions peuvent s'écrire ainsi :

$$\left.\begin{matrix} C^5H^{11}-CO-\underset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{|}{CH}}-CO^2C^2H^5 \\ \text{ou} \\ CH^3-CO-\underset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{|}{CH}}-CO^2C^2H^5 \end{matrix}\right\} + AzOOH = C^2H^5-\underset{\displaystyle AzOH}{\underset{\|}{C}}-CO^2C^2H^5 + \left\{\begin{matrix} C^5H^{11}.CO^2H. \\ \text{ou} \\ CH^3.CO^2H. \end{matrix}\right.$$

» L'*oxime de l'éthylglyoxylate d'éthyle* (¹) (ou oxime du méthylpyruvate d'éthyle), qui prend ainsi naissance dans les deux cas, bout de 125° à 130° sous 10^{mm}. Elle cristallise en aiguilles blanches solubles dans le pétrole léger en fondant à 58°.

» En chauffant à 100°, en tube scellé, cet éther-oxime avec une solution alcoolique d'acide chlorhydrique, on le transforme complètement en méthylpyruvate.

» On a préparé de la même manière :

» 1° En partant de l'isoamylacétylacétate d'éthyle, l'*oxime de l'isoamylglyoxylate d'éthyle* (ou oxime de l'isobutylpyruvate d'éthyle)

$$(CH^3)^2=CH-(CH^2)^2-\underset{\displaystyle AzOH}{\underset{\|}{C}}-CO^2C^2H^5$$

qui est assez visqueuse et bout à 114° sous 12^{mm}. $D_0^4 = 0{,}9114$.

» L'*acide correspondant* s'obtient facilement en saponifiant l'éther par la potasse aqueuse. Il fond à 160° en se décomposant. L'éthérification est d'ailleurs aussi aisée que la saponification. Quant à l'*isoamylglyoxylate d'éthyle* lui-même, il bout vers 105° sous 18^{mm}.

» 2° En partant de l'octyl(secondaire)acétylacétate d'éthyle (ou caprylacétylacétate

(¹) Cette même oxime a déjà été préparée différemment par Lepercq, qui la donne comme fondant à 51° [*Bl.* (3), 11, 885].

d'éthyle), nous avons obtenu l'*oxime de l'octyl(secondaire) glyoxylate d'éthyle* (ou oxime du méthyl-hexylpyruvate d'éthyle). Elle bout à 177° sous 16mm, $D_0^4 = 0.9859$, et a pour formule

$$\begin{array}{c} CH^3 - CH - (CH^2)^5 - CH^3 \\ | \\ AzOH = C - CO^2C^2H^5. \end{array}$$

» L'*acide correspondant*, d'aspect stéarineux, fond à 88°-89°.

» En un mot, ces réactions sont d'une netteté parfaite. La nitrosation, en liqueur acide, des éthers β-cétoniques α substitués par un radical quelconque, primaire ou secondaire, fournit exclusivement, par séparation du radical acide, des oximes d'éthers glyoxyliques substitués. De là un moyen très commode de préparer un grand nombre d'éthers homologues supérieurs des pyruvates.

» Nous nous occupons de généraliser cette réaction. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Méthode permettant de séparer des liquides animaux ou végétaux complexes, la plupart de leurs matières ternaires et plusieurs des bases qui peuvent les accompagner.* Note de M. S. **Dombrowski**, présentée par M. A. Gautier.

« Lorsqu'on traite les liquides d'origine animale ou végétale par l'acétate neutre de plomb, ce réactif laisse après filtration un certain nombre de corps azotés. On les enlève presque entièrement, comme le fait M. Arm. Gautier (1), par l'acétate neutre de mercure. Après filtration et séparation du mercure ajouté, on trouve dans cette liqueur la plupart des corps ternaires et quelques rares composés azotés.

» C'est cette méthode, qui fait le sujet du présent travail, que j'ai étudiée et perfectionnée au laboratoire de M. A. Gautier, que je remercie. Pour l'appliquer, nous nous sommes adressé à un des liquides les plus complexes, les urines normales.

» 100l d'urines normales sont neutralisés par le carbonate de potassium, puis précipités par l'acétate neutre de plomb. La liqueur, privée de plomb par CO^3K^2, neutralisée, concentrée dans le vide, est reprise par l'alcool à 80° à froid. On obtient ainsi un *résidu A* et une *solution B*.

» *Résidu A*. — C'est le moins important. On le traite par l'acétate de plomb pour précipiter une partie des chlorures, puis on fait digérer avec de l'acétate d'argent qui

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 701.

enlève le reste du chlore. Le liquide privé du chlore est traité par l'acétate de Hg en présence de CO^3K^2 jusqu'à ce que le précipité qui se forme devienne jaunâtre. Ce précipité contient tous les corps azotés (urates et composés puriques en particulier); dans le filtratum, on ne retrouve plus que quelques matières minérales.

» *Solution B.* — Cette solution est alcoolique distillée dans le vide : le résidu est repris par l'eau et additionné de H^2SO^4 dilué pour transformer en sulfates les acétates produits dans les réactions précédentes. Les liquides filtrés réunis sont concentrés dans le vide. Le résidu est épuisé à chaud par l'alcool à 80°.

» Dans le cas des urines, cet extrait alcoolique, évaporé dans le vide, est congelé plusieurs fois pour séparer en grande partie l'urée.

» On obtient alors des eaux mères que l'on traite en solution aqueuse par l'acétate neutre de mercure en présence de CO^3K^2 jusqu'à nuance jaune du précipité. On sépare le mercure par H^2S, on transforme les acétates en sulfates et l'on concentre dans le vide pour éliminer l'acide acétique.

» A son tour, le produit de la concentration est soigneusement extrait par l'alcool à 80° à chaud. On a ainsi l'*extrait alcoolique C contenant les corps des urines solubles dans l'alcool après qu'on a eu séparé par l'acétate de mercure, l'urée, la créatinine, les sels ammoniacaux et d'autres corps azotés, ainsi que la plupart des principes minéraux déjà séparés en grande partie par l'acétate de plomb.*

» *Extrait alcoolique C.* — On distille cette solution alcoolique dans le vide à consistance de sirop épais, qu'on dissout ensuite dans l'eau. Pendant cette concentration, le distillatum, légèrement coloré en jaune, entraîne des traces d'acides azotique et azoteux. Cette observation nous a conduit à rechercher et à trouver les *azotates* dans le produit de la concentration. Ces sels se retrouvent, en effet, d'après nos observations, dans toutes les urines normales.

» La solution aqueuse du sirop C est traitée par l'hydrate de baryum en solution. Le dépôt est constitué principalement de $BaSO^4$, d'hydrate et d'oxychlorure de Mg.

» La *liqueur contenant les composés barytiques solubles dans l'eau* est alcaline et dégage une odeur fade d'amines. On l'évapore dans le vide à basse température à consistance sirupeuse, en recueillant les traces des bases volatiles.

» Le sirop barytique est *malaxé avec un excès d'alcool à* 95°; il se forme un précipité poisseux, tandis que l'alcool se charge de matières brunes.

» Ainsi, par ce moyen, nous divisons le groupe des composés barytiques solubles dans l'eau en deux sous-groupes : α et β, l'un soluble, l'autre insoluble dans l'alcool fort à froid.

» Les sous-groupes indiqués sont privés de baryte par l'acide sulfurique dilué et soumis à la dialyse pendant plusieurs jours, en prenant les précautions nécessaires pour éviter toute fermentation.

» Les liqueurs dialysées sont réunies et concentrées dans le vide jusqu'à formation de cristaux. On les sépare. Ils constituent, dans le cas des urines, un acide très analogue à l'acide hippurique, mais en différant par quelques caractères. Le sirop dont cet acide a été séparé est traité à froid par l'alcool absolu. Ce traitement donne deux parties :

» Une *soluble* $\alpha\alpha$, l'autre *insoluble* $\alpha\beta$.

» *Partie* αα. — Concentrée et abandonnée à une cristallisation spontanée, elle laisse un dépôt cristallin. Nous avons constaté par tous ses caractères qu'il est formé de *mannite*.

» Le sirop, après séparation de la mannite, contient des corps réducteurs, des bases et des composés qui précipitent par l'acétate de cuivre à chaud.

» Pour séparer ces derniers corps, on fait *digérer le sirop* à la température 60°-70° avec du *carbonate de cuivre* bien pur et en petit excès.

» On filtre à chaud; le filtratum est concentré dans le vide et traité alors par l'alcool absolu qui précipite un dépôt floconneux qu'on sépare par centrifugation.

» Les *composés cuivriques* αα-*a* *solubles dans l'alcool* sont plus abondants que la partie insoluble αα-*b*. Nous ne nous occuperons dans cette étude que des premiers.

» La solution de ces composés privée de cuivre contient entre autres des alcaloïdes, des phénols et des corps réducteurs. Ce sirop possède une réaction acide et décompose les carbonates.

» *Extraction des alcaloïdes du sirop* αα-*a*. — On traite ce sirop par un excès d'hydrate de baryum. Les bases mises en liberté sont les unes solubles dans l'éther légèrement alcoolisé, les autres solubles seulement dans l'alcool. On précipite les bases de la solution éthérée à l'état de sels doubles de platine et on les soumet à une cristallisation fractionnée. On obtient ainsi deux chloroplatinates. La majeure partie est constituée par du chloroplatinate de *cadavérine*.

» Le sirop, après extraction par l'éther alcoolisé, est extrait par l'alcool.

» Les bases étant accompagnées de corps à fonction phénolique également solubles dans l'alcool, on les sépare à l'état de précipité phosphomolybdique. Le précipité est décomposé par la baryte, qu'on élimine dans un courant de CO^2.

» La liqueur concentrée est extraite par l'alcool et les bases transformées en chlorhydrates. On précipite la solution alcoolique des chlorhydrates des bases par le chlorure de platine. On obtient ainsi deux chloroplatinates différents, dont l'un est le chloroplatinate de la base $C^7H^{15}AzO^2$.

» Après l'extraction des bases, le sirop primitif αα-*a*, débarrassé de l'excès de baryte par un courant de CO^2, laisse déposer des cristaux d'azotate de baryum, originaire des azotates normaux des urines signalés plus haut.

» Après séparation de ce sel, le sirop résiduel est décomposé avec précaution par H^2SO^4 dilué. On obtient un sirop clair qui rappelle, par ses propriétés, l'acide glycuronique, mais ne se confond pas avec lui.

» *Partie* αβ. — Elle contient des composés qui, à l'état de combinaisons barytiques, sont solubles dans l'alcool à 95°. Après élimination de la baryte et dialyse, ces composés précipitent par l'alcool absolu. Ils sont facilement solubles dans l'alcool méthylique. La solution méthylique abandonnée à l'évaporation à l'air dépose encore de la mannite.

» Je me réserve de continuer cette étude. Elle m'a permis jusqu'ici de séparer la presque totalité des composants de l'urine normale à l'état cristallisé. »

CHIMIE ANIMALE. — *Variations de l'iode du sang.* Note de MM. **E. Gley** et **P. Bourcet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Nous avons montré (¹) que l'iode est un élément normal du sang. Il s'y trouve en quantité très variable, oscillant entre $0^{mg},013$ et $0^{mg},112$ par litre, soit de 1 à 10. En raison même de ces différences, il ne paraît pas facile de déterminer l'importance des conditions qui peuvent faire varier cette teneur. Nous avons commencé par étudier l'influence de la saignée. Il s'agit, dans ces expériences, de saignées très abondantes, puisque, pour doser l'iode avec une exactitude suffisante dans le sang, il faut opérer sur 500^{cm^3} à 1000^{cm^3}, 500^{cm^3} étant le volume minimum que l'on doive employer.

» Toutes nos expériences ont été faites sur des chiens mâles. Ces animaux étaient nourris avec une soupe de pain et de viande. Le sang était pris dans une artère fémorale ou dans une carotide. Après la seconde saignée, l'animal était sacrifié par section du bulbe; on enlevait la glande thyroïde et l'on y dosait l'iode.

» Nous résumons, sous forme de Tableau, les résultats que nous avons obtenus :

	Poids des animaux.	Iode du sang pour 1000.		Temps entre les 2 saignées.	Poids des animaux lors de la 2e saignée.	Poids de la thyroïde fraîche.	Poids sec.	Iode de la glande.
		1re saignée (²).	2e saignée.					
	kg	mg	mg	j h	kg	g	g	mg
1......	26,700	0,098	0,00	2		2,625	0,77	1
2......	20,500	3 (³)	0,198	2,19	20	2,336	0,815	0,264

(¹) *Comptes rendus*, 18 juin 1900.

(²) Volumes des saignées respectives :

Animaux.	1re saignée.	2e saignée.
	cm³	cm³
1	550	500
2	500	550
3	500	500
4	500	500
5	500	500
6	600	1000
7	600	650
8	700	950

(³) Ce chiffre est tout à fait exceptionnel. L'animal ne présentait rien de particulier. Il arrivait de la fourrière; son alimentation antérieure nous était donc inconnue.

	Poids des animaux.	Iode du sang pour 1000. 1re saignée.	2e saignée.	Temps entre les 2 saignées.	Poids des animaux lors de la 2e saignée.	Poids de la thyroïde fraîche.	Poids sec.	Iode de la glande.
	kg	mg	mg	j h	kg	g	g	mg
3......	21,500	0,066	0,029	3	22	2,27	0,700	0,194
4......	29	0,098	0,00	3		3,073		0,231
5......	17,600	trace (1)	trace (1)	4	16,300	1,069	0,342	0,528
6......	17	0,0275	0,00	16	13,800	1,94	0,545	0,99
7......	20,500	0,0678	0,00	18	19,500	3,72	1,195	2,046
8......	31	0,0942	0,00	21	28	0,745	0,241	0,528

» Il résulte de ces chiffres que, après une saignée abondante, l'iode du sang diminue rapidement et, au bout de quelques jours, disparaît complètement.

» La question se pose alors de savoir au bout de combien de temps l'iode peut reparaître. Nos chiens étaient alimentés avec de la viande et du pain, substances qui contiennent très peu d'iode; en ajoutant du lait à cette alimentation, on verrait sans doute l'iode reparaître plus vite. C'est une recherche à faire. Quoi qu'il en soit, dans nos expériences, après 20 jours, il n'y avait pas encore d'iode dans le sang.

» Il est permis de supposer que la glande thyroïde retient fortement tout ce métalloïde. En effet, la teneur des glandes de nos animaux est au moins égale à la teneur moyenne des glandes des chiens de la région parisienne. Cette teneur moyenne est d'environ $0^{mg},4$ (moyenne d'une vingtaine de dosages, à la même époque, sur des chiens, dans les mêmes conditions). Si l'on prend la moyenne des huit dosages du Tableau ci-dessus, il vient un chiffre de $0^{mg},723$; toutefois on devrait peut-être éliminer du calcul le chiffre de $2^{mg},046$ (chien n° 7), qui est exceptionnel; on aurait alors comme moyenne des sept dosages restants $0^{mg},534$, chiffre légèrement supérieur à la moyenne ordinaire. Il semble donc que la glande non seulement retienne fortement son iode, mais encore s'empare des faibles quantités qu'une alimentation, pauvre en ce corps, fait passer dans le sang. »

(1) C'est-à-dire quantité inférieure à $\frac{1}{100}$ de milligramme.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés pharmacodynamiques de certaines semicarbazides aromatiques.* Note de MM. **Auguste Lumière, Louis Lumière** et **J. Chevrottier**, présentée par M. Marey.

« On sait que les semicarbazides aromatiques peuvent être représentées par la formule

$$R - AzH - AzH - CO - AzH^2,$$

dans laquelle R est un radical aromatique monovalent. L'étude de ces corps, au point de vue de leur action physiologique, nous a permis de constater qu'ils sont doués de propriétés antipyrétiques fort intéressantes.

» Nos recherches ont porté sur les semicarbazides suivantes :

» Phénylsemicarbazide, $C^6H^5 - AzH - AzH - CO - AzH^2$;

» Bromophénylsemicarbazide, $C^6H^4\langle{}^{Br}_{AzH - AzH - CO - AzH^2}$;

» Métoxy- et éthoxyphénylsemicarbazide $C^6H^4\langle{}^{OCH^3 \text{ ou } OC^2H^5}_{AzH - AzH - CO - AzH^2}$;

» Métabenzaminosemicarbazide $C^6H^4\langle{}^{CO - NH^2 \quad (1)}_{AzH - AzH - CO - AzH^2 \quad (3)}$.

» Pour chacun de ces corps, nous avons déterminé la toxicité par les voies intra-veineuse, sous-cutanée et intra-gastrique; l'action sur quelques grandes fonctions : respiration, circulation, calorification, nutrition, puis le pouvoir antivégétatif et antiseptique. Nous avons constaté, en premier lieu, que les propriétés éminemment toxiques des hydrazines, d'où dérivent ces semicarbazides, sont considérablement atténuées par la substitution du groupement $CO - AzH^2$ à l'un des hydrogènes du groupe AzH^2 qui termine la chaîne hydrazinique. Nous avons, en outre, remarqué que l'introduction de ces corps dans la circulation, dans l'estomac ou dans le tissu cellulaire sous-cutané des animaux fébricitants, s'accompagne, d'une manière constante, d'un abaissement de la température, sans aucun autre phénomène important.

» Nous avons donné le nom générique de *cryogénines* aux substances présentant cette fonction antipyrétique, caractérisée par le groupement $AzH - AzH - CO - AzH^2$ lié à un radical aromatique.

» Parmi les semicarbazides que nous avons étudiées, la métabenzaminosemicarbazide nous a semblé réunir un ensemble de propriétés (sta-

bilité, solubilité, facilité de préparation, etc.) qui la placeront sans doute au premier rang des antipyrétiques de cette classe. Aussi résumerons-nous les principales expériences auxquelles cette substance a donné lieu.

» *Toxicité.* — Un lapin de $2^{kg},429$ reçoit, dans la veine marginale de l'oreille, 300^{cm^3} d'une solution à 2 pour 100, soit $2^g,47$ par kilogramme de poids vif. Sa température descend de $39^o,1$ à $33^o,8$ et l'animal survit à cette haute dose de ce produit. La respiration et la circulation n'ont subi qu'un faible ralentissement pendant l'expérience, qui a duré 2 heures 25 minutes.

» Un mois après, le poids de l'animal s'était élevé à $2^{kg},700$.

» La métabenzaminosemicarbazide a été donnée à des cobayes, par injection sous-cutanée et intra-péritonéale, à des doses croissantes, jusqu'à $0^g,50$ et, par ingestion, jusqu'à 2^g par kilogramme d'animal. Tous les animaux ont survécu, ont augmenté de poids par la suite et n'ont présenté, comme phénomène anormal, qu'un abaissement irrégulier de la température.

» *Circulation, respiration.* — On a pris des tracés du pouls, de la pression carotidienne et de la respiration sur des chiens, dans la jugulaire desquels on injectait une solution à 2 pour 100 de benzaminosemicarbazide; ces tracés ont montré que le produit, à la dose de 1^g par kilogramme, ne détermine pas de modification sensible dans ces fonctions.

» *Nutrition.* — La nutrition des chiens soumis à l'action du produit administré soit par injection, soit par ingestion, n'a paru subir aucune variation. Donné pendant 10 jours, à la dose de 1^g par jour, pour un chien de 10^{kg}, le médicament n'amène aucun changement ni dans l'appétit, ni dans la diurèse, ni dans les éléments principaux de l'urine.

» *Pouvoir antiseptique, antivégétatif, antifermentatif et réactions diverses.* — La benzaminosemicarbazide ne possède que des propriétés antiseptiques insignifiantes. Le bacille de Loeffler végète dans des solutions à 1 pour 100 ainsi que l'actinomycose. Les cultures de bacilles suivants : *coli*, *subtilis*, Eberth, staphylocoque se développent encore dans les solutions à 5 pour 100.

» Les digestions diastasique et pancréatique ne sont entravées par la substance qui nous occupe que d'une façon insignifiante.

» Le sang additionné d'une solution de benzaminosemicarbazide ne précipite pas et montre les bandes de l'oxyhémoglobine.

» La solution, saturée du produit, n'est pas irritante; instillée dans l'œil elle ne détermine aucune rougeur de la conjonctive. Les injections intra-musculaire ou sous-cutanée sont bien absorbées et ne s'accompagnent d'aucun accident.

» *Action antipyrétique.* — La propriété antipyrétique caractéristique des semicarbazides aromatiques se manifeste à un haut degré dans la métabenzaminosemicarbazide, principalement chez les animaux fébricitants. De nombreux cobayes tuberculeux, présentant chaque soir des températures atteignant $39^o,5$ à 40°, ont reçu des doses de produit variant de $0^g,01$ à $0^g,1$ par kilogramme d'animal. Sous cette influence, la température a rarement dépassé $38^o,5$. L'expérimentation clinique montrera si cette propriété offre la même constance chez l'homme et déterminera les autres pyrexies qui seront justiciables du traitement par les semicarbazides aromatiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Transmission expérimentale aux descendants des lésions développées chez les ascendants.* Note de MM. **A. Charrin**, **G. Delamare** et **Moussu**, présentée par M. d'Arsonval.

« La transmission des caractères acquis a été souvent discutée; on s'est, par exemple, demandé si des lésions provoquées chez la mère peuvent se reproduire chez le rejeton : tout en laissant à part le point de vue morphologique pur, nous avons réalisé plusieurs séries d'expériences qui paraissent trancher le débat dans le sens de l'affirmative.

» Chez des lapines et des cobayes en gestation, après laparotomie, nous avons aseptiquement réalisé de très larges délabrements du foie ou des reins. Or, quand, au bout d'un temps suffisant (au minimum une semaine), des femelles ainsi traitées ont mis bas, nous avons observé, chez un bon nombre de leurs descendants nés avant terme ou sacrifiés au moment de la naissance, d'indiscutables lésions des glandes hépatique ou rénale (congestion, hémorragies, dégénérescence, quelques cylindres, etc.) : l'organe malade était précisément l'homologue du viscère volontairement détérioré chez la mère.

» Il était, dès lors, naturel de rechercher l'explication de ces résultats, bien faits pour mettre en évidence la solidarité organique, la possibilité de transmettre, à l'appareil fœtal correspondant, une tare imposée à l'un des appareils maternels.

» A cet égard, il est nécessaire de rappeler que, sous l'influence de certains processus morbides, des sucs ou des débris et jusqu'à des cellules entières d'un parenchyme donné passent quelquefois dans la circulation. En dehors des embolies connues de la moelle osseuse ou des néoplasmes, Charrin et Levaditi ont décelé, dans les capillaires du poumon, des cellules du foie et du myocarde, tant chez une typhique atteinte de dégénérescence aiguë de ces viscères que chez un cobaye intoxiqué par la trypsine; Maximow et, avec lui, divers auteurs ont, du reste, enregistré des constatations analogues. D'autre part, si dans une économie déterminée on fait pénétrer des éléments anatomiques ou simplement des parcelles, des extraits de ces éléments, au sein de cette économie se développe bientôt une substance capable de détériorer le tissu qui a fourni ces produits; c'est ainsi, en particulier, que des injections répétées de cellules microbiennes, hépatiques, rénales ou nerveuses, etc., peuvent faire naître, dans le sang des animaux qui les ont reçues, des composés respectivement

microbicides, hépatotoxiques, néphrotoxiques ou neurotoxiques [1], etc.

» Ces considérations conduisent à se demander si des lésions viscérales réalisées chez une mère ne provoquent pas, en quelque sorte par de véritables auto-injections du parenchyme compromis, la formation de la cytolysine qui correspond à ce parenchyme et ne retentissent pas à l'aide de cette cytolysine sur l'organe homologue du fœtus. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons tenté d'obtenir, en engendrant des cytotoxines maternelles, des altérations localisées chez le rejeton sur le viscère en rapport avec la variété de ces cytotoxines expérimentalement formée.

» Dans ce but, à une série de femelles pleines (chèvre, chiennes, lapines), par voie sous-cutanée ou rarement intra-veineuse, nous avons, à plusieurs reprises, administré des extraits de foie ou de rein frais empruntés à des animaux habituellement d'espèce semblable. Or, assez fréquemment, quand, huit jours au moins après la dernière de ces injections, ces femelles ont mis bas, nous avons constaté que les détériorations portaient avant tout, suivant qu'on avait utilisé des éléments hépatiques ou rénaux, sur la glande biliaire ou urinaire des nouveau-nés [2]. Nous avons même, non sans quelque succès, déterminé des dyscrasies hématiques fœtales, en faisant pénétrer du sang défibriné sous la peau des génératrices.

» De l'ensemble de ces recherches se dégagent plusieurs conclusions.

---

(1) Ces poisons cellulaires se forment plus aisément lorsqu'on introduit, chez un sujet, des principes provenant d'un animal d'une autre espèce (hétérotoxines); néanmoins, ils se développent, quoique plus discrètement, quand on ne change pas d'espèce (isolysines), et leur activité se maintient même si l'on soumet (donnée dans notre cas indispensable) des rejetons à l'influence de cytolysines élaborées chez leurs ascendants. La discussion porte sur les propriétés des autocytotoxines; nos expériences tendent à prouver que l'action de ces corps est inconstante et dépend de l'état des viscères : d'ailleurs, cette question n'intéresse pas directement l'objet de nos recherches.

(2) Nos expériences établissent que le placenta est perméable à ces cytotoxines; indispensable dans l'espèce, cette perméabilité ne pouvait être admise *a priori*, puisque certains albuminoïdes sont retenus. — Ces expériences montrent aussi que la localisation de ces lésions n'est pas toujours absolue, exclusive; la glande biliaire, en particulier, est parfois modifiée en dehors de la mise en jeu de l'hépatotoxine, qui semble être la plus active de ces cytolysines. Il est vrai que le rôle antitoxique de cette glande biliaire, joint à la disposition de la circulation intra-utérine qui lui impose le premier choc des poisons maternels, explique peut-être en partie cette prédominance hépatique.

Quoi qu'il en soit, les effets obtenus sont variés, car on enregistre même des échecs complets; cette variété dépend, du reste, de causes multiples (insuffisance des doses, des survies, des lésions réalisées; défaut de résorption, de réaction, etc.).

En premier lieu, des caractères acquis par la mère peuvent être transmis aux descendants. En second lieu, cette transmission, cette action élective à distance, cette induction vitale, cette influence d'un organe d'ascendant sur l'organe homologue du rejeton s'exercent grâce à des substances solubles ([1]). En troisième lieu, ces résultats expliquent la répercussion de génération en génération de certaines dystrophies congénitales qui font que dans telle famille le foie est débile, tandis que dans telle autre cette débilité porte sur le rein, etc. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'évolution de la rondelle crânienne détachée par le trépan et immédiatement réimplantée.* Note de MM. V. **Cornil** et **Paul Coudray**, présentée par M. Roux.

« On croyait autrefois, et cette opinion est encore affirmée par quelques travaux assez récents (Ollier, Mossé, A. Schmitt), que la rondelle crânienne détachée par le trépan et réimplantée ne tardait pas à faire corps avec l'os voisin et continuait à vivre au même titre que cet os lui-même. A l'œil nu, en effet, il est facile de constater cette soudure, qui, dans les expériences, semble complète au bout d'un mois environ; mais l'étude histologique établit, d'une façon certaine, que le tissu osseux de la rondelle est résorbé et remplacé progressivement par de l'os nouveau.

» Cette disparition progressive de la rondelle a été annoncée d'une manière générale par A. Barth (de Marburg).

([1]) Nos travaux étendent encore le rôle sans cesse croissant des produits solubles d'origine cellulaire; déjà, en pareille matière, dans ces phénomènes dits *héréditaires*, Charrin et Gley ont mis en lumière l'intervention, en général moins étroitement spécifique, des sécrétions bactériennes. Toutefois, en dépit de l'importance de ces produits solubles, ces processus sont trop complexes pour admettre un unique mécanisme.

Ajoutons qu'en dehors de nos conclusions il est aisé d'entrevoir la portée de nos recherches. Aussi poursuivons-nous dans la même voie une série d'expériences; les unes tendent à préciser la part des éléments mâle et femelle dans l'hérédité, que nous envisageons également chez les ovipares, dont l'œuf, impressionné dès le début par les cytotoxines, échappe ensuite aux influences maternelles directes; les autres visent certaines modifications indûment réputées héréditaires. En outre, avec M. Leri, en injectant des doses minimes, uniquement capables de troubler le fonctionnement des appareils sans les altérer visiblement, nous nous efforçons de provoquer des localisations des agents morbifiques, de créer des prédispositions, des lieux de moindre résistance.

» Nos expériences ont porté, comme celles de A. Barth, surtout sur des chiens et sur des lapins. Chez le chien, nous avons examiné le processus de réparation depuis 3 jours jusqu'à 6 mois. Les rondelles du trépan avaient un diamètre de 7^{mm}, et le péricrâne était détaché par la rugine.

» Déjà, au bout de 3 *jours*, les éléments vivants de la rondelle dégénèrent : les noyaux cellulaires, tant dans la moelle que dans les canaux de Havers, ne se colorent plus ou presque plus, et ils sont atrophiés; il en est de même des noyaux contenus dans les ostéoplastes. Inversement, sur le bord de l'os récepteur, s'ébauche un travail de réparation. Là, les cavités médullaires renferment, outre de nombreux globules blancs, des cellules de tissu conjonctif hypertrophiées et multipliées. Ce processus de réparation est évident le *quatrième jour* et consiste dans la *néoformation* de cellules de tissu conjonctif au contact de la dure-mère et à ses dépens.

» Un peu plus tard, au *septième jour*, les parcelles osseuses traumatisées par le trépan : bords de l'os récepteur, petits fragments microscopiques, sont entourées d'ostéoblastes et de tissu conjonctif, tandis qu'au contact de la dure-mère il existe déjà une couche ostéoïde nouvelle. Sous le péricrâne, on trouve aussi un tissu conjonctif enflammé riche en cellules.

» Au *huitième jour*, le néo-tissu conjonctif est complet, avec ses vaisseaux capillaires larges, parfois dilatés, et remplis de sang. Entre la dure-mère et l'*os récepteur*, ce tissu conjonctif forme des bourgeons fibro-vasculaires qui pénètrent dans les cavités de ce dernier os en produisant des lacunes festonnées. Ce fait est surtout appréciable à la partie profonde du sillon où ce tissu conjonctif creuse des aréoles dans l'os en forme de petites lacunes de Howship, avec des cellules géantes à 5, 6 ou 7 noyaux. Ce tissu conjonctif avec des cellules géantes (myéloplaxes) existe non seulement en ce point, mais entre les petits fragments d'os et aussi sous le péricrâne.

» Au *douzième jour*, on voit également, à la partie profonde de la rondelle, des lacunes osseuses comblées par du tissu conjonctif. De même, à la surface de la rondelle comme dans son voisinage immédiat sous le péricrâne, on constate un grand nombre de lacunes de Howship, creusées par les vaisseaux et le tissu conjonctif.

» Nous insistons sur l'existence de ces lacunes et de ces cellules géantes. Ainsi que Barth l'a indiqué, ces cellules géantes n'existent pas dans toutes les préparations, mais leur absence dans quelques points ne nous semble pas suffisante pour invoquer un mécanisme spécial et exceptionnel de résorption, les cellules du tissu conjonctif pouvant suppléer les cellules géantes dans cette fonction.

» Au *dix-huitième jour*, chez le chien, nous retrouvons encore les lacunes de Howship sur les bords de l'os récepteur et à la surface de la rondelle, ainsi que des cellules géantes. A cette époque, la néoformation osseuse est très avancée. Le sillon qui sépare la rondelle de l'os récepteur est encore fibreux, mais l'os dure-mérien est très étendu et organisé ; les petits fragments osseux sont envahis par un tissu ostéoïde nouveau. Dans ce tissu, comme dans l'os dure-mérien, les ostéoplastes sont gros, avec des cellules volumineuses.

» Au bout de *vingt-six jours*, la réparation osseuse est presque complète. Au centre de la rondelle, de chaque côté du trou de la tige du trépan, existe un tissu

ostéoïde nouveau qui se dirige latéralement en éventail pour rejoindre le tissu ostéoïde du sillon, tandis que l'os dure-mérien s'étend, ainsi que l'os sous-épicrânien. La résorption du tissu osseux ancien continue à se faire; on retrouve encore les lacunes de Howship et les cellules géantes dans les points indiqués précédemment.

» La *résorption de la rondelle* n'est cependant pas encore achevée au bout de *trois mois;* mais il n'en reste plus qu'un minime fragment, entouré de fibres musculaires qui ont conservé à peu près leur structure normale. Il est à noter que les fibres musculaires, dans beaucoup de cas, s'enfoncent dans le sillon à une profondeur plus ou moins grande. Les bords de ce qui reste de la rondelle présentent de petites échancrures ou lacunes de Howship. Les ostéoplastes sont vides, quelques-uns sont agrandis.

» Au bout de *six mois,* la place de la rondelle est indiquée par une zone musculaire avec une dépression centrale superficielle, indice d'une atrophie osseuse au niveau de l'ancienne rondelle; on est en face d'un os nouveau, présentant un système complet d'irrigation. Des canaux de Havers, étroits, partent de la surface et renferment des vaisseaux provenant du péricrâne nouveau. Ces vaisseaux se continuent avec ceux de la dure-mère, qui reste adhérente au niveau de cette cicatrice osseuse.

» Partout on trouve de l'os nouveau, avec des ostéoplastes et de petites cellules osseuses. »

MÉDECINE. — *Les moustiques et la fièvre jaune à la Havane.* Note de M. André Poëy. (Extrait.)

« Aux recherches qui ont été faites et publiées à la Havane et aux États-Unis sur la fièvre jaune, j'ai cru devoir ajouter quelques remarques générales au double point de vue de l'hygiène publique et de la colonisation, qui sont l'objet des plus vives préoccupations de M. Estrada Palma, Président de la République de Cuba.

» Un laboratoire d'expériences et d'inoculations a été créé sous la direction d'un médecin distingué, M. Jean Guiteras, professeur de pathologie générale et en particulier de pathologie intertropicale à l'Université.

» Se basant sur ses études sur les moustiques, le Dr Guiteras avait pu prévoir que, dans le court espace de cinq années, l'épidémie annuelle de fièvre jaune disparaîtrait complètement à la Havane. Aujourd'hui sa prophétie paraît être en pleine voie d'accomplissement. En même temps, il confirmait la théorie émise en 1880 par le Dr Ch. Finlay sur la transmission

de la fièvre jaune par le moustique, ayant pratiqué des inoculations dès l'année suivante.

» Au mois de février 1901, un système prophylactique fut établi à la Havane, d'après la doctrine de Finlay, alors que l'épidémie de 1900 était terminée et pendant l'été de cette dernière année elle disparaissait complètement, car on n'enregistra que *cinq décès* dans toute la Havane. Depuis le 28 septembre 1901 jusqu'au 19 juin dernier, m'écrit le Dr Guiteras « il » n'y a pas eu *un seul cas* de fièvre jaune à la Havane ». On doit encore tenir compte que l'épidémie annuelle débute précisément au mois de juin, en dehors des cas sporadiques. C'était la première fois qu'un fait aussi remarquable était observé à la Havane.

» On n'est pas exactement fixé sur le nom du Culicide cubain qui propage la fièvre jaune. Le Dr Guiteras, dit Finlay, l'appela *Culex mosquito*, croyant le reconnaître dans l'espèce décrite par Robineau-Desvoidy. La Commission de l'armée des États-Unis adopta le nom de *Culex fasciatus*, de Fabricius. Meigen a proposé celui de *Culex taeniatus*. La meilleure description serait celle de Ficalbi, qui le nomma *Culex elegans*. D'après Theobald, le moustique cubain, producteur de la fièvre jaune, serait le *Stegomyia fasciata*.

» L'identité zoologique du moustique de la fièvre jaune offre une certaine importance dans ce sens qu'il n'existe à la Havane, par bonheur, *qu'une seule espèce infectieuse*. Le *Stegomyia fasciata* présente une autre particularité : c'est qu'il est un moustique *diurne*, et non pas nocturne, comme on croit à l'étranger, et comme l'est le moustique du paludisme et de la filariose. C'est un moustique aux ailes courtes et débiles, de peu d'envolée, sédentaire dans les maisons où il prend naissance et où il habite de préférence, de sorte que sa propagation est très limitée.

» Dans une désinfection faite à l'hôpital de « Las Animas », sur 320 moustiques de différentes espèces, la plupart des *pungens*, le Dr Guiteras ne trouva que *neuf* individus du genre *Stegomyia*.

» Le Dr Guiteras se pose la question de savoir quel usage le Moustique peut faire du sang humain qu'il suce. Il doute que ce sang puisse servir à sa nutrition, attendu que le mâle ne suce *jamais* le sang, et que les deux sexes peuvent vivre indéfiniment sans ingérer une goutte de sang. Quoi qu'il en soit, la femelle ne pond *qu'après qu'elle a piqué*.

» La durée normale de la vie du moustique offre également un grand intérêt au point de vue médical, car elle nous fournit l'étendue du temps pendant lequel ce Diptère peut propager la maladie dont il est infecté. Dans

les conditions artificielles de nos laboratoires, dit le Dr Guiteras, les Culicides vivent en moyenne de 30 à 40 jours, et fréquemment encore plus, mais ce savant les a fait vivre jusqu'à 112 jours.

» Une première Commission de l'Armée américaine, composée de MM. W. Reed, J. Carroll, A. Agramonte, et J.-W. Lazear, à la suite de remarquables expériences, à l'appui de la théorie de Finlay, a pu fixer l'espace de temps écoulé entre le moment de la piqûre infectieuse et la transmission de la fièvre jaune, qui fut de 12 *à* 17 *jours*, dans 34 cas. On trouva, en outre, que la fièvre jaune est également transmise par l'inoculation directe du sang provenant des malades.

» Ceci me suggère l'idée de la présence d'hématozoaires dans cette endémie, comme dans le paludisme, qui, du reste, offre les plus grands rapports avec la fièvre jaune.

» Le Dr Guiteras observe que l'infection du moustique n'affecte ni son existence, ni la durée de sa vie.

» Il est démontré que le *paludisme* est dû au développement des hématozoaires de Laveran (1880), et que le moustique en est l'agent propagateur. Il est encore démontré depuis Patrick Manson, en 1884, que la *filariose* est également transmise par le moustique. Mais chaque jour on apprend de nouveaux méfaits de ce diptère, au nombre desquels le Dr R. Blanchard comprend la *lèpre*, l'*éléphantiasis* et toutes sortes de maladies filariennes.

» Toute découverte scientifique a des antécédents de priorité remontant souvent à des siècles passés, qui sont les meilleurs gages de la certitude des nouvelles théories émises. C'est ainsi qu'en 1848 Josiah Nott, de Mobile (Alabama), émettait l'opinion que les moustiques inoculent le paludisme et la fièvre jaune. En 1855, La Roche attirait l'attention sur l'épidémie meurtrière de fièvre jaune à Philadelphie, en 1797, pendant laquelle l'affluence des moustiques fut tellement considérable, qu'on ne l'avait jamais observée. Finlay rapporte, d'après les anciennes chroniques, que la présence des moustiques est signalée dans tous les foyers actuels de fièvre jaune. On peut ajouter qu'il en est de même quant au paludisme. »

PHYSIOLOGIE. — *L'élaboration du zymogène dans les glandes gastriques de la vipère* Berus. Note de M. L. LAUNOY, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les glandes gastriques de la vipère appartiennent au type mucopeptique de Renault; dans cette Note, j'ai laissé volontairement de côté les

cellules muqueuses situées à la partie antérieure du tube glandulaire, pour ne considérer que les cellules granuleuses du fond. Cette étude a été faite sur des cellules à l'état de repos et des cellules soumises à une sécrétion expérimentale par injection à l'animal de chlorhydrate de pilocarpine.

» 1° *Les cellules granuleuses chez l'embryon.* — Au moment de la naissance, les cellules du fond sont quadrangulaires, basses, à noyau volumineux occupant la moitié, quelquefois les deux tiers du corps cellulaire; ce noyau est sphérique ou ellipsoïdal, tangent à la basale par une large surface dans le premier cas, par un sommet de l'ellipse dans le second, le grand axe de celle-ci étant parallèle à l'axe vertical de la cellule ou formant avec lui un angle très aigu, rarement on observe des noyaux elliptiques reposant sur leur grand axe. A l'examen de préparations fixées au $HgCl^2$ acétique et colorées par l'hématoxyline au fer suivie du mélange de Benda ou du vert lumière, on trouve des noyaux, d'ailleurs en petit nombre, englobés dans une couronne d'ergastoplasme, ce sont là des noyaux en stade d'élaboration que caractérisent encore un nucléole entouré d'un halo clair à la périphérie duquel sont de fines granulations sidérophiles, isolées ou en plages, des masses de chromatine et un réseau chromatique fragmenté. Sur les mêmes préparations dans le noyau à l'état de repos absolu, le nucléole central ou périphérique contigu au réseau se laisse facilement définir des granulations nodales ou intra-caryoplasmiques. Le *cytoplasme* présente deux sortes de granulations : les unes petites, serrées, remplissent à peu près totalement la cellule, elles prennent les colorants plasmatiques; les secondes, beaucoup plus volumineuses, peu nombreuses, réparties à l'extrémité distale de la cellule en deux ou trois lignes horizontales séparées les unes des autres par une bande étroite d'hyaloplasme, fixent avec intensité les colorants nucléaires. Le meilleur moyen de différencier ces granulations consiste à surcolorer les coupes par le bleu de Unna, on décolore progressivement par une solution d'alcool-gaïacol. Dans la cellule ainsi traitée, la membrane nucléaire, l'ergastoplasme, les graines de chromatine et le nucléole ont une coloration bleu violet; les granulations cytoplasmiques ont une coloration verte, cette métachromasie est caractéristique des grains de zymogène.

» 2° *Les cellules granuleuses chez l'adulte* (après un jeûne prolongé, septembre 1901-mai 1902). — Ici les cellules sont hautes, les deux épithéliums du tube glandulaire, presque en contact, ne laissent entre eux qu'une lumière très étroite; sur des préparations fixées au lindsay et colorées au magenta-lichtgrün, on distingue dans la cellule granuleuse trois parties. Tout contre la lumière, prêtes à être évacuées, sont deux ou trois rangées de petites granulations colorées par le lichtgrün, immédiatement au-dessous d'elles, une zone claire homogène ou très finement granuleuse et enfin la zone nucléaire. Pour intéressante que soit la constitution du noyau, je ne décrirai ici que les granulations péri-nucléaires, qui surtout sont importantes; elles sont en très grand nombre, concentriques au pôle supérieur du noyau, quelquefois appliquées contre la membrane nucléaire, le plus généralement séparées d'elles par un espace clair sans éléments figurés, chaque granulation est séparée du cytoplasme par un petit cercle hyalin, incolore; ces granulations sont colorées par le rouge magenta, la safranine, l'hématoxyline au fer; elles donnent les réactions de la nucléine et, comme

les granulations décrites dans les cellules gastriques de l'embryon, donnent avec le bleu de Unna la métachromasie spéciale.

» Il est hors de doute que ces granulations à zymogène ont une origine nucléaire; leur mode d'expulsion du noyau dans le cytoplasme semble assez complexe et sans doute dû au jeu de forces physiques; jamais je n'ai pu mettre en évidence une solution de continuité dans la membrane nucléaire, ni l'étranglement des expansions tubulées que l'on rencontre quelquefois et qui renferment un grain de chromatine; il est assez probable que l'on a affaire dans ce cas à un noyau altéré.

» 3° *Les cellules granuleuses après injection de pilocarpine.* — ($0^{cg},04$, l'animal a été sacrifié un quart d'heure après l'injection). La cellule est gonflée, le noyau a subi un léger mouvement d'antéro-pulsion, les granulations à zymogène sont à peu près complètement disparues, le cytoplasme ne renferme que des granulations prenant les colorants plasmatiques.

» Le zymogène a été transformé en ferment soluble.

» *En résumé,* il faut conclure de ce fait :

» 1° La formation des grains de zymogène dans les cellules gastriques de la vipère est complètement indépendante de toute action réflexe (selon le sens de Pawlow) ou mécanique, et a lieu même lorsque le tube digestif a été laissé dans un état de repos absolu par privation prolongée d'aliments;

» 2° L'élaboration des grains de zymogène est endonucléaire;

» 3° La tranformation du zymogène en ferment s'accomplit dans le cytoplasme, cette transformation est seule fonction des actions réflexes, mécaniques, des excitants physiques ou chimiques agissant sur la cellule. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la parthénogenèse artificielle.* Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Maintenant que la question est définitivement posée sur son vrai terrain, et qu'on ne parle plus de *fécondation* (*fertilisation*) *artificielle,* il est intéressant d'examiner les causes actuellement connues qui peuvent déterminer le développement, ou un commencement de développement, d'œufs qui, spontanément, ne se développeraient pas. Les principales sont :

» 1° Les variations de température auxquelles on expose les œufs pondus;

» 2° Les excitations mécaniques, et principalement l'agitation;

» 3° Le traitement par des solutions diverses, que l'on suppose agir soit par réactions chimiques, soit par variation de la pression osmotique, ou même par action catalytique;

» 4° Ce que l'on a considéré jusqu'ici comme des fécondations croisées,

tout en constatant que l'hybridation est exceptionnelle, même entre Oursins, et que la plupart des larves ont un caractère purement maternel (Boveri, Seeliger, Driesch, Morgan, Vernon, ce dernier croyant qu'il y a toujours quelques vestiges d'hybridation) et que le croisement entre Oursins et Astéries n'existe jamais, les débuts de segmentation, parfois observés sur les œufs ainsi traités, devant être attribués à la parthénogenèse (von Dungern, Mathews).

» Sans entrer dans la discussion, je veux seulement ici prendre date pour mes observations.

» 1° A. *L'élévation* de température n'a aucune action sur les œufs pondus. Greeley (*Am. J. of Phys.*, t. VI, p. 304) l'a constaté après moi (*Comptes rendus*, 10 juin 1901) bien que ce soit, ainsi que le montre ma Note du 7 juillet 1902, la cause la plus nette que nous puissions reconnaître, quand elle agit sur l'œuf encore dans l'organisme maternel, pendant sa maturation.

» B. Le *refroidissement* pendant 2 heures entre 0° et 5°, qui a donné des résultats à Greeley pour l'*Asterias Forbesii* (*Am. J. of Phys.*, t. VI, p. 297) et à Bataillon pour les Amphibiens (*Comptes rendus*, 21 avril 1902), ne m'a rien donné chez des Oursins des genres *Sphærechinus*, *Toxopneustes* et *Arbacia*. Du reste, Morgan (*Arch. f. Entw. mech.*, t. X, p. 497), qui essaya, après O. et R. Hertwig, l'action du refroidissement sur les œufs d'*Arbacia*, n'a pas obtenu de segmentations régulières, mais quelques fragmentations qui se produisent aussi bien sans l'action du froid.

» 2° L'*agitation*, qui a donné des résultats à Mathews pour l'*Ast. Forbesii* (*Am. J. of Phys.*, t. VI, p. 142), ne m'a rien donné chez les Oursins, qu'elle fût faible, ou au contraire assez forte pour détruire la plupart des œufs. Mathews constate du reste (p. 150) que les *Arbacia* ne réagissent pas à cette excitation.

» Les œufs refroidis ou agités, fécondés, donnaient toujours des larves.

» 3° *Solutions salines.* — Il a été trop écrit sur le sujet pour que je puisse passer ici la question en revue. Il est évident que, si je l'avais pu, j'aurais expérimenté toutes les solutions indiquées. Ne pouvant y songer, j'ai débuté, comme il était logique, par essayer la solution favorite de Lœb : $MgCl^2 \frac{20}{8} n$ au $\frac{1}{2}$ sur le type *Arbacia* qui avait servi à ses études. Trois ans de suite, j'ai constaté qu'elle tue infailliblement les œufs des trois espèces observées par moi; et Ariola a vérifié le fait pour les *Arbacia* de Naples (*Soc. Ligustica di Scienze*, 1902, p. 12).

» Lœb faisait du reste subir à ses sujets un traitement qui tuait sûrement tous les miens (*Comptes rendus*, 15 juillet 1901); ce qui montre que les *Arbacia* méditerranéens réagissent autrement que les siens.

» Ce n'était point une raison pour ne pas essayer une autre solution, et j'ai traité $NaCl^2 \frac{1}{2} n$ à 10 pour 100 ou 15 pour 100. Je n'ai obtenu dans des cultures sans parthénogénétiques naturels que : *Sph.* du 9 mai, 10 pour 100 rien; 15 pour 100 : 1 division en 2; *Sph.* du 14 mai, 10 pour 100 rien, 15 pour 100 nombreuses segmentations, la plupart irrégulières, arrivant à des blastulas *irrégulières*, sauf 2 régulières. *Tox.* du 2 mai,

10 pour 100 début de la gastrula, 15 pour 100 rien; du 16 mai, 10 pour 100 rien, 15 pour 100 nombreuses blastulas et gastrulas mobiles.

» *Arb.* du 7 mai, 10 pour 100 : 1 blastula; 15 pour 100 quelques blastulas.

» Toujours une moitié des œufs était fécondée, et les résultats, trop variables pour être exposés ici, montraient une action inhibitrice des solutions (conforme aux faits connus) et cette action inhibitrice s'est manifestée sur les œufs vierges qui donnaient des parthénogénétiques.

» 4° *Fécondation croisée entre oursins.* — Dans les cultures sans parth. : *Sph.* ♀ du 9 mai par *Tox.* ♂, 1 blastula immobile; *Sph.* ♀ du 14 mai par *Tox.* ♂, des gastrulas et 1 pluteus; *Tox.* ♀ du 7 mai par *Arb.* ♂, des gastrulas; *Tox.* ♀ du 9 mai par *Sph.* ♂, 1 blastula épaisse; *Arb.* ♀ du 7 mai par *Tox.* ♂, des gastrulas.

» Quand les cultures ont donné des parthénogénétiques naturels, l'hybridation était très rare, comme l'ont constaté mes devanciers, et les larves avaient presque toutes le caractère maternel.

» La température s'élevant, l'action primitivement excitatrice est devenue inhibitrice, et le fait se produisit même à la fin (*Arb.* du 7 juin), pour la fécondation par les ♂ de même espèce (voir Note *Comptes rendus* du 7 juillet 1902).

» Solutions salines, fécondations croisées, et même fécondation normale ont donc une similitude d'action qui s'accorde avec ce que disait Giard (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 18 mai 1900). Mais je réserve ici toute théorie et, du reste, les tentatives de croisements entre trois espèces d'Oursins et quatre espèces d'Astéries n'ont jamais montré, à moi non plus, une seule segmentation. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Production du sommeil et de l'anesthésie générale et locale par les courants électriques.* Note de M. **Stéphane Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

« On emploie un générateur de courants continus, ayant une faible résistance intérieure et permettant d'augmenter graduellement la force électromotrice dans le circuit (accumulateurs ou piles avec collecteur, réducteur de potentiel, etc.)

» On place dans le circuit un interrupteur, sans self-induction, donnant de 150 à 200 interruptions par seconde et un milliampèremètre dont la période d'oscillation est beaucoup plus longue que la durée d'interruption du courant; dans ces conditions, lorsque l'instrument est traversé par un courant intermittent, l'aiguille subit une déviation stable qui permet de comparer les intensités de courants ayant la même intermittence et la même durée de passage.

» On place l'animal dans le circuit, en mettant sur la tête rasée une cathode formée de coton hydrophile imprégné d'une solution de chlorure de sodium à $0^{g},60$ et recouvert d'une plaque métallique; une large anode est placée sur le dos rasé de

l'animal, à l'extrémité postérieure du corps; l'interrupteur étant en marche, on augmente rapidement la force électromotrice dans le circuit jusqu'à la production de contractures généralisées, l'animal tombe sur le flanc, la respiration s'arrête; on ramène alors la manette du collecteur en arrière jusqu'à ce que la respiration se rétablisse; pour une certaine valeur du courant, on obtient un sommeil tranquille et régulier, la respiration continue sans modification, le cœur fonctionne normalement, mais toutes les fonctions cérébrales sont supprimées; l'animal, chien ou lapin, libre, sans entraves, reste couché immobile dans un profond sommeil, les muscles sont dans la résolution; l'animal, si on le soulève par un pli de la peau, est flasque et complètement inerte; si on le pince, le pique ou le coupe, il ne réagit pas, si ce n'est par quelques mouvements réflexes.

» La durée du sommeil peut être très prolongée; nous avons plusieurs animaux qui ont été maintenus endormis bien des fois pendant plus de 2 heures consécutives sans aucune altération de leur santé.

» Le réveil est brusque, subit; aussitôt le courant interrompu, l'animal se met sur les pattes et gambade joyeusement; non seulement il n'y a aucun effet consécutif, mais les chiens semblent aussitôt après le réveil plus joyeux et plus gais.

» L'établissement du courant ne semble pas provoquer de douleur, car les animaux ne profèrent pas un cri; en dehors des contractions et contractures provoquées par le courant, ils ne font aucun mouvement de défense ou de fuite. Si l'on établit lentement le courant pour ne pas dépasser la dose nécessaire et éviter la contracture, on a une période de contractions cloniques, d'agitation, analogue à celle que donne le chloroforme; le sommeil est alors plus long à obtenir, et l'opération semble plus pénible.

» L'établissement du courant donne presque toujours lieu à l'évacuation de l'intestin et de la vessie.

» Nous avons essayé un grand nombre de courants : ce sont les courants ayant de 150 à 200 intermittences par seconde, passant pendant le minimum de temps possible, avec une tension de 12 à 30 volts, sans self-induction dans le circuit, marquant de 2 à 10 milliampères suivant les animaux, avec la cathode sur la tête, qui nous ont donné les plus parfaits résultats.

» En résumé, avec ces courants, on peut instantanément, sans douleur apparente, réaliser l'inhibition complète des centres cérébraux, en laissant intacts les centres de la respiration et de la circulation; on obtient ainsi un sommeil tranquille, prolongé, et une anesthésie générale complète; l'action somnifère se règle et se suspend aussi vite que l'on peut agir sur le courant électrique; le sommeil n'est suivi d'aucune réaction consécutive.

» *Anesthésie locale.* — La cathode du même courant placée chez l'homme sur le trajet d'un nerf sensible ou mixte superficiel, sur le médian au poignet par exemple, donne pour une certaine intensité, avec une forte sensation de fourmillement, non douloureuse, une anesthésie complète et absolue de la région innervée par le nerf. »

ZOOLOGIE. — *La spermatogenèse chez le* Cybister Roeselii. Note de M. **D.-N. Voïnov**, présentée par M. Yves Delage.

« En étudiant le développement des éléments sexuels mâles du *Cybister Roeselii* j'ai trouvé deux spermatogenèses différentes, qui donnent deux sortes de spermatozoïdes de valeur morphologique et probablement biologique différente. Ce dimorphisme des spermatozoïdes est sûrement important pour la question de la sexualité; il a été décrit jusqu'à présent chez quelques Mollusques prosobranches (*Paludina vivipara*, von Siebold, Auerbach, Meves) et parmi les Insectes chez *Pygaera bucephala* (Meves) et *Staphylinus* (Nils Holmgren).

» Les deux processus sont distincts et ont lieu à des époques différentes de l'année; cependant on trouve, parmi les éléments d'une lignée donnée, des représentants avortés de l'autre.

» Je donne dans cette Note les résultats généraux de la spermatogenèse normale :

» On trouve, dans le testicule très long et enroulé du *Cybister*, les quatre zones ou phases caractéristiques pour le développement des spermatozoïdes :

» La zone germinative, contenant les spermatogonies primitives, se trouve à l'extrémité en forme de cæcum du testicule. On peut distinguer deux régions dans cette zone; l'une tout à fait terminale où les éléments sexuels remplissent complètement la cavité de la glande. Ils sont disposés irrégulièrement et sans aucune différenciation. Dans la région suivante apparaît la différenciation des cellules sexuelles en spermatogonies et cellules nutritives ou folliculaires. Cette différenciation détermine l'arrangement en cystes et follicules, qui se maintiendra ensuite tout le long du testicule.

» La cellule de Verson décrite chez d'autres Insectes n'existe pas ici.

» La zone d'accroissement contient les spermatocytes de premier ordre, qui passent par trois stades successifs :

» *a*. Le stade de *synapsis* et de *post-synapsis*, où les spermatocytes sont petits et très rapprochés l'un de l'autre. Le corps cellulaire se distingue difficilement, surtout dans le stade de *synapsis*. On y voit très bien le *nucléole chromosomique* de Montgomery (1898) qui garde son individualité. Le centrosome a la forme d'une granulation sphérique assez grande.

» *b*. Pendant la télophase les spermatocytes s'isolent et prennent une forme pyramidale. Le noyau est excentrique, la substance chromatique et le cytoplasme s'accroissent, et les centrosomes se divisent en quatre granulations groupées en deux paires. La chromatine se transforme en filaments chromatiques, qui subissent plus tard une division longitudinale évidente. Le nucléole chromosomique prend la forme d'une tétrade qui garde sa position périphérique caractéristique.

» *c*. Pendant la période de repos les spermatocytes de premier ordre sont caractérisés par la position centrale de leur noyau sphérique et l'acheminement de la chromatine vers la forme réticulaire. Le cytoplasme est différencié en deux zones : l'une interne, granuleuse et dense qui entoure le noyau; l'autre périphérique, claire, vacuolaire et incolore. Cette dernière donne de nombreux prolongements, d'aspect pseudopodique, qui s'étendent dans la cavité folliculaire (*excrescences hyalines* de Platner, 1886). Cette différenciation du cytoplasme et les particularités qu'il présente donnent aux spermatocytes l'aspect amœboïde. On trouve en ce moment, dans les spermatocytes, deux centrosomes en forme de V, à branches très longues, pareils à ceux décrits par Meves chez quelques Lépidoptères (1897). Le cytoplasme renferme des corps sphériques, incolores et réfringents, contenant un corpuscule central et une granulation. Je pense qu'on pourrait rapprocher ces corps plutôt des pseudo-parasites, décrits dans la cellule cancéreuse surtout par Sawtchenko (1895) et Borrel (1901), que de toute autre inclusion spermatocytique. Si l'on peut homologuer ces inclusions avec les pseudo-parasites des cellules cancéreuses, et si l'on admet l'interprétation donnée par Borrel à ces derniers, nous sommes forcés d'admettre chez cet animal, que l'idiosome, après avoir traversé une évolution atypique, est expulsé du corps des spermatocytes. Pendant la première division de maturation, ces corps ne se trouvent plus dans les cellules séminales, mais en dehors et à côté d'elles, dans la cavité folliculaire. Les centrosomes en forme de V sont mobiles, ce qui n'a jamais été décrit, et les extrémités de leurs branches sont en rapport avec les corps sphériques inclus dans le cytoplasme. Les centrosomes sont mobiles non seulement pendant la prophase, mais aussi pendant la longue période de repos. Les extrémités de leurs branches, au lieu d'être toujours dirigées vers l'extérieur de la cellule et en contact permanent avec la membrane cellulaire, comme Meves (1897, 1900) et Korff (1901) l'ont décrit, ont différentes positions. Elles accompagnent les inclusions sphériques dans leur marche vers l'extérieur de la cellule. Les centrosomes en forme de V doivent être considérés comme descendant des formes centrosomiques granulaires sphériques, que les spermatocytes contiennent dans leurs jeunes stades.

» La zone de maturation est caractérisée par la grande rapidité des deux divisions successives, de façon que les quatre spermatides sont d'abord unies entre elles. La première division de maturation s'annonce par le rapprochement des centrosomes du noyau et par une différenciation importante du cytoplasme. Le cytoplasme se condense autour du noyau en zone dense, compacte et granuleuse, et donne par différenciation les fibres périphériques du fuseau. On trouve 12 chromosomes primaires dans la plaque équatoriale de la première division, 12 chromosomes fils dans la plaque équatoriale de la deuxième division et 6 chromosomes dans le noyau de la spermatide.

» Dans les deux divisions de maturation on voit, dans chaque cellule, un corpuscule chromatique, qui garde une position excentrique pendant la mitose et reste en dehors du noyau. Il est probablement formé par les divisions du nucléole chromosomique (Montgomery) des spermatocytes de premier ordre.

» Chaque spermatide possède un noyau, un corpuscule chromatique (nucléole chromosomique), un centrosome en forme de baguette, qui s'étend de la paroi nucléaire à la paroi de la membrane cellulaire et un *Nebenkern* très développé.

» Le *Nebenkern* se forme des fibres périphériques du fuseau qui sont ici très déve-

loppées. En ce qui regarde donc l'origine du *Nebenkern*, je ne suis pas de l'avis de Meves. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le rôle de la rate dans la fonction hématolytique.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai pensé qu'on pouvait obtenir la démonstration du rôle hématolytique de la rate et presque la mesure de l'importance de ce rôle en augmentant l'intensité du travail hématolytique à accomplir. Ceci peut se réaliser très simplement par une transfusion : on sait que l'hyperglobulie ainsi produite est de courte durée; les globules surnuméraires sont donc détruits dans l'espace de quelques jours. Comment cette hématolyse est-elle modifiée dans le cas de splénectomie préalable?

» Voici le résultat d'expériences que j'ai faites en ce sens, avec M. Calugareanu :

» Nous avons choisi le chien comme sujet : le sang de chaque animal était examiné à diverses reprises avant toute expérience, afin de bien connaître sa richesse normale; les globules rouges étaient comptés et la teneur en hémoglobine déterminée colorimétriquement sur une petite prise de sang faite dans l'artère médiane de l'oreille. La transfusion était pratiquée aseptiquement et directement de l'artère du transfuseur à la veine du transfusé; le transfuseur était choisi aussi semblable que possible au transfusé et, en tout cas, du même sexe; la quantité de sang injecté a toujours été de 35^{g} à 40^{g} par kilogramme, c'est-à-dire environ la moitié du sang supposé exister chez le sujet.

» Le nombre des globules, qui était d'environ 7 millions par millimètre cube avant la transfusion, arrive le lendemain, ou mieux le surlendemain de l'opération, à un chiffre compris entre 9 et 10 millions, et l'hémoglobine, exprimée en milligrammes de fer par centimètre cube de sang, passe d'environ 0,45 à un chiffre compris entre 0,60 et 0,70.

» *Sur un chien normal,* cette proportion considérable se maintient sans changement marqué pendant 10 à 12 jours, puis rapidement, en 3 ou 4 jours, les chiffres reviennent à la normale.

» *Sur les chiens splénectomisés,* les résultats ont été très divergents. Notre première expérience ferait attribuer à la rate un rôle de premier ordre dans cette disparition de la pléthore expérimentale; en effet, l'animal présenta une richesse globulaire dépassant 9 millions, avec une teneur en hémoglobine correspondante, pendant plus de trois semaines, jusqu'au moment où il fut sacrifié. Mais les expériences suivantes ne confirmèrent nullement cette indication; en effet, le retour à la normale commença le dixième jour (Exp. II), le sixième jour (Exp. III), le dixième jour (Exp. IV) et le quatrième jour (Exp. V). Il serait imprudent d'établir une moyenne sur cinq chiffres

aussi divergents; d'ailleurs il y aurait probablement lieu de mettre à part le résultat de l'expérience III (faite sur le même chien qui avait servi peu de temps auparavant à l'expérience II) et le résultat de l'expérience V (faite sur un animal non encore adulte). Mais on peut dire que la splénectomie n'a pas comme conséquence systématique d'allonger le délai au bout duquel disparaissent les effets de la transfusion.

» La rate serait donc, même dans le cas d'un travail hématolytique considérable (destruction en quelques jours d'une quantité de globules égale à près de la moitié des globules normaux), facilement vicariée par d'autres organes.

» Quels sont ces organes? Nous pouvons suivre la trace du travail hématolytique supplémentaire par la recherche de la *rubigine*. Diverses séries d'expériences que j'ai faites au cours de ces dernières années m'ont appris que ces granulations d'hydrate ferrique si faciles à caractériser s'accumulent dans les organes hématolytiques à la suite d'injections de sang suivant une localisation régulière qui est en relation avec la quantité de sang injectée; on observe la rubigine dans la moelle des os et la rate à l'exclusion du foie, si les injections sont peu abondantes; dans la moelle des os, la rate et le foie, si les injections sont massives ([1]). Dans nos expériences actuelles, la quantité de sang injecté avait été intentionnellement choisie dans la proportion où la rubigine commence à apparaître dans le foie, c'est-à-dire où l'ensemble des autres organes hématolytiques est, semble-t-il, à la limite de sa puissance. On est donc en droit de se croire dans les meilleures conditions pour saisir l'effet de la suppression de la rate.

» Les chiens normaux ont donné des résultats semblables à ceux de mes séries antérieures ([2]) : la moelle osseuse et la rate sont riches en rubigine; pas ou très peu de rubigine dans le foie; pas de rubigine dans les ganglions lymphatiques.

Les chiens dératés montrent beaucoup de rubigine dans la moelle osseuse, un peu dans le foie, très peu dans les ganglions lymphatiques. Corrélativement, les dosages de fer montrent une légère augmentation de la teneur du foie (0,33 et 0,25 contre 0,21 et 0,18): l'augmentation du fer des ganglions lymphatiques n'est pas appréciable (ganglions rétro-péritonéaux, 0,15 et 0,14 contre 0,16 et 0,13).

» La rate a été vicariée par la moelle osseuse à laquelle se sont adjoints le foie dans une faible mesure et les ganglions lymphatiques d'une façon presque insignifiante.

([1]) De plus, dans les ganglions lymphatiques des voies efférentes, l'injection ayant été faite dans le tissu conjonctif ou dans une séreuse.

([2]) Exception faite pour ce qui concerne les ganglions lymphatiques, les injections ayant été faites ici directement dans les veines.

» En résumé, la suppression de la rate n'apporte que des changements peu considérables dans la fonction hématolytique; à tel point qu'il me paraît inexact de dire que la rate est *vicariée* par d'autres organes. Ces expériences, qui demandent évidemment à être complétées, s'interprètent bien mieux si l'on dit : la rate est une portion relativement peu importante d'un vaste système hématolytique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la lécithine dans les végétaux*. Note de MM. **Schlagdenhauffen** et **Reeb**, présentée par M. Müntz.

« La lécithine, qui intéresse à juste titre, depuis longtemps, la médecine au point de vue de son origine, de sa composition et de ses applications thérapeutiques, a été étudiée également par les savants qui s'occupent de Chimie et de Physiologie végétales.

» Pareille à la lécithine du règne animal, celle du règne végétal se trouve généralement dans les organes ou tissus contenant des corps gras libres ou combinés. On la trouve dans l'extrait éthéré, chez les légumineuses, à la dose de 0,26 à 0,61 pour 100 et, dans les céréales, de 0,10 à 0,18 pour 100 et exceptionnellement de 0,69 pour 100 dans l'avoine ([1]). Ces nombres cependant ne s'accordent pas avec ceux de Stellwaag ([2]) et de Schulze et Steiger ([3]) qui sont beaucoup plus élevés, ainsi que le montre le Tableau ci-dessous :

Lécithine dans les végétaux.

	Stellwaag.		Schulze et Steiger.	
Nature des plantes.	Lécithine.	Phosphore.	Lécithine.	Phosphore.
Blé	2,09	0,08	0,65	0,025
Seigle	3,31	0,127	0,57	0,022
Orge	4,25	0,163	0,74	0,028
Avoine	2,87	0,114	»	»
Lupins	4,51	0,172	1,59	0,061
Colza (tourteau)	6,99	0,268	»	»

» Ces différences peuvent résulter de diverses causes, auxquelles le mode opératoire et la préparation de la solution titrée, employée pour le dosage de l'acide phosphorique, ne sont pas étrangers.

([1]) Stellwaag, *Jahrsb. f. agric. Chem.*, 1861-1862, p. 57.
([2]) *Leitfad. d. Landw. Futterungslehre*, 4e édition, p. 233.
([3]) *Zeitsch. f. phys. Chem.*, t. XIII, p. 365.

» Le rôle physiologique de la lécithine n'est pas encore déterminé d'une façon certaine; cependant Stoklasa ([1]), dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Vienne, estime qu'on doit l'envisager comme le véhicule le plus approprié pour le transport du phosphore dans la plante, depuis le début de la germination jusqu'à la fin du cycle de la vie et la maturation complète du fruit.

» Pour caractériser la lécithine on peut préparer un extrait éthéré, éthéro-alcoolique ou pétroléique de la plante, le saponifier par la potasse caustique et déterminer dans la solution alcaline la présence de choline, un de ses produits de dédoublement, ou bien incinérer l'extrait en question en présence de nitre et de carbonate de soude, reprendre la masse fondue par l'eau, préparer convenablement cette solution et y déterminer la quantité d'acide phosphorique d'après les méthodes classiques. Le poids de l'acide phosphorique donne celui du phosphore et celui-ci, à son tour, sert à calculer la quantité de lécithine : c'est ainsi qu'ont été établis les Tableaux cités plus haut ([2]).

» Cet acide ne peut provenir ni du phosphate de fer, ni de phosphates alcalino-terreux ou alcalins, puisque ces derniers sont insolubles dans les véhicules dont nous venons de parler; il constitue donc une partie de l'acide phosphorique total appartenant aux cendres. C'est pour ce motif qu'il faut lui réserver une rubrique spéciale indiquant son origine et que nous le désignerons sous le nom d'*acide phosphorique organique*.

» En partant de cette idée, nous avons calculé le poids d'acide phosphorique total qui se trouve dans les cendres provenant de 100 parties de plante sèche, déterminé d'autre part la proportion d'acide phosphorique correspondant à l'extrait pétroléique, existant par conséquent dans la plante sous forme de glycérophosphate, et comparé enfin l'acide phosphorique organique à l'acide total.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

Noms des plantes.	Cendres pour 100.	Acide phosphorique			Rapport de l'acide organique à l'acide total.
		minéral.	organique.	total.	
Seigle........	2,16	0,739	0,291	1,030	28,25
Blé...........	2,22	0,859	0,183	1,040	17,6

([1]) Voir *Revue Sc.*, t. LIX, 1897, p. 279.

([2]) Kœnig, *Menschl. Nahr. u. Genussmittel*, Berlin, 1893, t. II, p. 382.

Noms des plantes.	Cendres pour 100.	Acide phosphorique minéral.	Acide phosphorique organique.	Acide phosphorique total.	Rapport de l'acide organique à l'acide total
Orge.........	2,42	0,557	0,373	0,930	40,0
Avoine.......	3,29	0,680	0,160	0,840	19,1
Pois..........	2,73	0,581	0,240	0,821	29,6
Haricots.....	3,13	0,652	0,187	0,839	22,3
Sarrasin......	2,97	1,648	0,070	1,718	4,1
Coton (tourt.).	7,99	2,107	0,382	2,489	15,3

» Les chiffres de la troisième colonne doivent être modifiés à leur tour, puisque nous avons constaté qu'à la suite de l'incinération avec le nitre et le carbonate de soude certains extraits pétroléiques, éthérés ou éthéro-alcooliques fournissent des masses fondues souvent incolores, mais fréquemment bleues ou vertes, renfermant par conséquent du manganèse, et imparfaitement solubles. En jetant sur filtre le précipité floconneux on remarque que la liqueur qui passe est complètement incolore. Convenablement préparée elle fournit de l'acide phosphorique provenant de la lécithine.

» Mais, quant au précipité recueilli sur filtre, il renferme un peu de carbonate de chaux, du bioxyde de manganèse et des phosphates de chaux et de manganèse : les deux premiers en proportions plus ou moins considérables selon la quantité de carbonate de soude ajouté au nitre pour opérer l'incinération.

» Ce résultat expérimental de la présence de ces deux phosphates terreux et métallique, dans ces conditions, nous paraît du plus haut intérêt au point de vue du rôle que joue la lécithine dans la plante. Il ne s'explique à notre avis que par la substitution du calcium et du manganèse en lieu et place de la choline et de la névrine et à la formation d'une lécithine spéciale, capable de se dissoudre dans l'éther de pétrole, ou encore d'un glycérophosphate de calcium et de manganèse soluble dans ce véhicule à l'état naissant. Le poids du précipité, ainsi que la proportion de manganèse qui s'y trouve, dépendent nécessairement de la nature du terrain. Les plantes originaires du Jura qui nous ont été adressées en renfermaient plus que celles de même espèce de provenance alsacienne ou des environs de Nancy.

» Jusqu'à présent les expériences faites avec les végétaux les plus divers : pavot, fenugrec, gousses et grains de pois, seigle en pleine floraison, nous ont fourni des résultats identiques. Nous nous proposons de

les étendre à d'autres familles en opérant dans des conditions diverses et sur des organes variés avant et après la maturation complète des fruits. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la conservation du pouvoir germinatif des graines.* Note de M. L. MAQUENNE, présentée par M. Dehérain.

« Dans une précédente Communication (¹) j'ai montré qu'il est possible de faire disparaître toute manifestation vitale chez les graines par dessiccation, et j'ai émis l'hypothèse que les dernières traces d'eau qui se dégagent de ces organes sous l'action du vide peuvent provenir d'une sorte de surmaturation, c'est-à-dire d'un nouvel état d'équilibre qui s'établirait entre les diastases présentes et les corps qu'elles ont pour office de condenser. Si cette interprétation est exacte, on doit voir les graines perdre plus d'eau quand on les dessèche lentement à froid que lorsqu'on les porte brusquement à une température capable de détruire leurs éléments diastasiques.

» C'est, en effet, ce que j'ai pu constater sur différentes espèces, séchées comparativement dans le vide, à 40°, et dans l'étuve à 110°.

» On avait eu soin, au préalable, de maintenir, pendant 2 mois, les graines dans un flacon bien bouché, à l'abri des brusques variations de température, de manière à assurer une répartition uniforme de l'eau hygrométrique dans toute leur masse; c'est seulement à cette condition qu'il peut y avoir concordance entre les dosages effectués sur plusieurs échantillons différents d'une même graine.

» Six lots de 2g ou 4g chacun étaient enfermés dans autant de tubes, étirés à l'avance et soudés sur une lampe en verre communiquant, d'une part, avec la trompe à mercure, d'autre part, avec un gros tube rempli de baryte anhydre.

» Un bain-marie, réglé par un thermostat, permettait de maintenir les graines, jour et nuit, à une température fixe de 40°.

» De temps en temps, on détachait l'un des tubes et l'on en pesait le contenu; la dessiccation a été considérée comme complète lorsque, sous un vide voisin de celui des ampoules de Röntgen, deux pesées faites à une semaine d'intervalle donnaient sensiblement la même perte. Dans certains cas, on a pu conserver quelques-uns de ces tubes, qui sont ainsi restés sous vide depuis l'hiver 1899-1900, époque à laquelle ces expériences ont été entreprises.

» La dessiccation à l'étuve a été effectuée suivant la méthode ordinaire, en s'assurant que deux pesées faites à 2 heures d'intervalle concordaient à moins d'un demi-milligramme près.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1243.

» Le Tableau suivant donne l'ensemble des résultats que nous avons ainsi obtenus

		Ricin (4g).	Panais (2g).	Navet (2g).	Blé (2g).
		Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
Perte à l'étuve		5,78	8,97	6,65	12,31
Perte dans le vide après	1 jour	4,01	»	»	»
	2 jours	6,57 (1)	»	»	»
	15 jours	»	9,19	6,76	»
	30 jours	»	6,51	6,95	»
	40 jours	»	»	»	12,20
	67 jours	»	»	»	12,49

» On voit que les différences, parfois supérieures à 0,5 pour 100, sont toujours dans le même sens, ce qui nous semble donner un sérieux appui à l'hypothèse qui nous avait servi de point de départ. Quelle que soit d'ailleurs l'interprétation que l'on donne de ces résultats, ils montrent d'une façon irréfutable que, après un temps suffisamment long, les graines arrivent à se dessécher dans le vide d'une façon complète, sans qu'il soit besoin d'atteindre pour cela des températures incompatibles avec la vie normale.

» Dans ces conditions, on pouvait prévoir que la faculté germinative se conserverait mieux qu'à l'air libre : c'est ce que nous venons de vérifier sur les graines de panais précédentes, maintenues sous vide, après dessiccation complète, depuis le mois de novembre 1899.

» 75 de ces graines ont fourni 37 germinations, alors que celles qui étaient restées dans le flacon d'origine n'en donnaient plus une seule, et que, au début de l'expérience, c'est-à-dire à la fin de l'année 1899, elles en avaient donné 51 pour 100.

» La conservation a donc été aussi parfaite que possible, et l'expérience vient ainsi confirmer l'exactitude des vues que nous avons précédemment émises sur les rapports qui existent entre l'eau hygrométrique des semences et l'affaiblissement progressif de leur faculté germinative.

» Je me propose de répéter les mêmes essais avec d'autres espèces de graines choisies parmi celles qui s'altèrent le plus vite, et je ne doute pas que l'on arrive de cette manière à les conserver intactes. »

---

(1) Pendant les deux dernières heures on a laissé monter la température jusqu'à 91°.

BOTANIQUE. — *De la spécialisation du parasitisme chez l'*Erysiphe graminis. Note de M. **Em. Marchal**, présentée par M. Guignard.

« Les Erysiphées ont été considérées jusqu'ici comme des parasites polyphages pouvant se développer sur des hôtes appartenant à des genres distincts, voire même à des familles fort différentes.

» Tel est, par exemple, l'*Erysiphe polygoni* DC qui, d'après Salmon ([1]), se rencontre sur un grand nombre de Composées, Ombellifères, Renonculacées, Rubiacées, Crucifères, Papilionacées, Polygonées, Scrophulariacées, etc.

» D'après le même monographe, l'*Erysiphe graminis* DC, cependant déjà beaucoup moins ubiquiste, s'observe sur 24 genres, comprenant 55 espèces de la famille des Graminées.

» L'abondance remarquable avec laquelle s'est manifesté le *blanc* cette année sur nos céréales et sur diverses Graminées sauvages m'a permis d'étudier ce parasite sur un assez grand nombre d'hôtes différents et d'exécuter des essais d'infection réciproque.

» Voici les résultats de deux séries d'expériences similaires, effectuées en mars et juin 1902 :

» Des plantules de Froment (de mars), d'Orge (Chevalier), de Seigle (de Zélande) et d'Avoine (blanche de Belgique), âgées de 15 jours et développées dans une cage vitrée stérilisée, ont été infectées respectivement avec des conidies recueillies sur ces quatre céréales.

» C'est ainsi que deux cultures de Froment ont été inoculées à l'aide de l'*Erysiphe* du Froment; deux autres avec l'*Erysiphe* du Seigle; deux troisièmes avec celui de l'Orge; deux quatrièmes avec celui de l'Avoine; enfin deux cultures témoins ne furent pas inoculées.

» Immédiatement après l'infection, afin d'éviter toute contamination par des spores étrangères, chaque culture a été recouverte hermétiquement d'une cloche stérilisée.

» Après 15 jours, l'*Erysiphe* s'était abondamment développé uniquement dans les cultures où les spores avaient été empruntées à la même espèce hospitalière; aucune autre ne présentait de trace de parasite.

» L'infection du Froment par l'*Erysiphe* de l'Orge, de l'Avoine et du Seigle; celle de l'Orge, de l'Avoine, du Seigle par l'*Erysiphe* des trois autres céréales n'ont pas donné de résultats positifs.

([1]) Salmon, *A Monography of the Erysiphaceæ* (*Memoirs of the Torrey Botanical Club*, vol. IX, 1900).

» Le Champignon semble donc s'être adapté à vivre sur chacune de ces céréales au point de constituer une race physiologique, une forme spécialisée analogue à celles que Eriksson a découvertes et si bien étudiées chez les Urédinées messicoles et notamment chez le *Puccinia graminis*.

» Afin de rechercher si certaines Graminées sauvages peuvent servir de support aux formes spécialisées de l'*Erysiphe* des céréales, j'ai exécuté de nombreux essais d'infection avec l'*Erysiphe graminis* de l'Orge.

» L'infection a fourni des résultats positifs sur : *Hordeum distichon, hexastichon*, *vulgare, zeocriton, trifurcatum, nudum, jubatum* et *murinum*. Mais elle est demeurée sans résultat sur :

» *Anthoxanthum odoratum, Setaria viridis, Andropogon Ischaemon, Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense* et *Bœhmeri, Agrostis alba, Milium effusum, Aira caryophyllea, Deschampsia flexuosa; Avena sativa, orientalis* et *fatua; Trisetum flavescens, Arrhenatherum elatius, Holcus lanatus, Kœhleria cristata, Cynosurus cristatus, Melica ciliata, Briza media; Poa annua, nemoralis, serotina, pratensis, mutalensis, trivialis; Dactylis glomerata; Bromus sterilis, patulus, mollis*, *racemosus, secalinus, arduennensis, squarrosus* et *macrostachys; Festuca rubra, elatior, gigantea; Brachypodium sylvaticum, Lolium perenne, Elymus arenarius, Secale cereale; Triticum vulgare, Spelta* et *polonicum; Agropyrum repens, caninum* et *giganteum*.

» Inversement, l'infection de l'Orge a été tentée en vain avec des conidies recueillies sur les Graminées suivantes : *Poa annua* et *pratensis, Agropyrum repens* et *giganteum, Holcus lanatus, Festuca pratensis, Bromus sterilis* et *mollis*.

» Des résultats donnés par les multiples inoculations croisées effectuées dans le cours de cet été je crois pouvoir conclure à l'existence propre de nombreuses formes spécialisées chez l'*Erysiphe graminis* et notamment des suivantes :

» *Erysiphe graminis* f. spéc. *Tritici*, sur *Triticum vulgare, Spelta, polonicum, turgidum*, non sur *Triticum durum, monococcum, dicoccum*.

» *Erysiphe graminis* f. spéc. *Hordei*, sur *Hordeum hexastichon, vulgare, trifurcatum, nudum, jubatum* et *murinum*, non sur *Hordeum maritimum, secalinum* et *bulbosum*.

» *Erysiphe graminis* f. spéc. *Secalis*, sur *Secale cereale* et *anatolicum*.

» *Erysiphe graminis* f. spéc. *Avenae*, sur *Avena sativa, orientalis, fatua* et sur *Arrhenatherum elatius*.

» *Erysiphe graminis* f. spéc. *Poœ*, sur divers *Poa*, notamment *P. annua, trivialis, pratensis, cœsia, mutalensis, nemoralis* et *serotina*.

» *Erysiphe graminis* f. spéc. *Agropyri*, sur les *Agropyrum*.

» *Erysiphe graminis* f. spec. *Bromi*, sur divers *Bromus*, notamment sur *B. mollis* et *sterilis*.

» Un examen approfondi a montré que ces diverses races spécialisées ne diffèrent anatomiquement en rien, ni par la forme et les dimensions des spores, ni par les caractères du mycélium, des suçoirs, etc. Elles sont donc morphologiquement identiques, comme le sont les formes spécialisées des Urédinées.

» Il convient de remarquer que tous les essais dont je viens d'exposer les résultats ont eu comme point de départ la forme conidienne de l'*Erysiphe graminis*. Comment se comportent les ascospores des diverses races physiologiques étudiées? Contribuent-elles à fixer d'une façon plus profonde, définitive, dans la descendance, l'étroite adaptation parasitaire acquise? Ou bien permettent-elles, ce qui est moins probable, à l'*Erysiphe graminis* d'étendre son aire de dispersion sur d'autres hôtes? De nouveaux essais feront, j'espère, la lumière sur ce point. »

HYDROLOGIE. — *Sur le régime hydrographique du Tidikelt (archipel Touatien), Sahara central.* Note de M. **G.-B.-M. Flamand**, présentée par M. de Lapparent.

« On peut poser en principe qu'il n'existe pas, dans la dépression du Tidikelt, de nappe d'eau superficielle, due aux précipitations atmosphériques qui sont très rares. On sait que cette région subit de longues périodes (10-20 ans) sans pluies; seuls des trombes et des cyclones avec pluies intenses de courte durée donnent lieu à des torrents éphémères aussi vite épandus qu'épuisés.

» La première opinion formulée sur le régime des eaux de cette région est celle du célèbre explorateur G. Rohlfs; il admet une nappe souterraine étendue du nord au sud, en relation avec le Tell, alimentant les *Feggaguir* [1] auxquelles il attribuait d'abord une direction méridienne, puis, plus tard, une direction NE-SW.

» Après lui, M. le capitaine Le Chatelier publiait sur le régime des eaux du Tidikelt, d'après les renseignements des indigènes, une étude très remarquable, où se trouve également admise l'origine septentrionale de l'alimentation des *Feggaguir*. D'autre

---

[1] On appelle *Feggaguir* ou *Foggarat*, sing. *Foggara*, des *galeries* souterraines de *drainage* ou de *captage*, à *regards* ou *évents*, et non, comme on le dit parfois à tort, des *puits à galerie*.

part, l'auteur considère deux niveaux d'émergence de la nappe issue des assises crétacées du Tadmaït et rejette l'hypothèse d'un réservoir artésien.

» Au cours de ma mission à In-Salah (1899-1900), je repris cette étude hydrologique pour le Tidikelt oriental; mes observations sur la tectonique de cette partie du Sahara central, confirmées par les documents publiés dans mes précédentes Communications, me conduisent à l'exposé suivant :

» La dépression du Tidikelt (altitude 150^m-300^m; 370^m Haci-Messaguem), orientée EENE-WWSW, est comprise entre la Chebkha crétacée du Tadmaït au nord et les plateaux et massifs du Mouydir et de l'Adrar Ahenet au sud; elle se relève un peu vers l'est. Le Tadmaït est une vaste cuvette synclinale (série crétacée et Suessonien) dont l'axe est dirigé et plonge légèrement nord-est. Les escarpements sud de ce plateau comprennent la craie moyenne (partie centrale), la craie moyenne et supérieure à l'est (Dj. el Akhal, Dj. el Abiodh) en couches assez fortement relevées vers le sud. Des synclinaux secondaires, le plus souvent normaux au front du plateau, donnent naissance, au contact des argiles et des calcaires *cénomaniens* (premier niveau) et *turoniens* (deuxième niveau), à des sources à faible débit (Aïn-Souf, Aïn-Guettara, etc.).

» Cet ensemble marno-calcaire repose sur une épaisse série de grès *albiens* (grès à dragées) et *néocomiens* (grès à plaquettes calcaires jaunes) plus fortement relevée au sud que la série précédente. Les caractères de cette zone gréseuse varient suivant le degré d'érosion : 1° régions de *Gour* ou de *Gautra;* 2° régions de *pénéplaines* et de plateaux avec couverture partielle du sol de *reg*. Cette région de grès infra-crétacés, d'altitude plus faible que le Crétacé supérieur, s'étend assez loin au sud des plateaux crayeux. Du côté de l'est, c'est vers la latitude de Haci-Moungar (un peu au nord de ce puits) que leur succèdent les *grès paléozoïques amaranthes et verts*. La bande des grès crétacés est dépourvue de points d'eau.

» Les *grès* et *arkoses* paléozoïques sont disposés en plateaux à ondulations méridiennes; ils forment vers le sud (Haci-Moungar, Foggaret-Zoua) une falaise parfois un peu atténuée, au pied de laquelle se montre la dépression proprement dite du Tidikelt; dans l'ensemble, ils paraissent se relever vers le sud; des puits y sont creusés.

» Dans cette dépression on observe une série de chaînons oro-tectoniques parallèles, à direction *méridienne* ou *subméridienne,* c'est-à-dire à angle droit par rapport à la direction du Tadmaït; ce sont des *anticlinaux* à axe cristallophyllien ou cristallin et des *synclinaux* paléozoïques dévoniens et carbonifères (Dj. Aïn Kahla, El Khenig, Oued Chebbi); ces chaînons relient transversalement le Tadmaït à l'avant-pays du *massif central Targui* [1].

---

[1] Cette direction méridienne ou subméridienne paraît se manifester en dehors de ces régions paléozoïques du Sahara, et même jusque dans la zone tellienne, et cela au travers de formations géologiques d'âges très divers; comme si les régions où elle se montre avaient été en quelque sorte *préparées* par un état de choses antérieur. Cette direction se révèle nettement dans le Sahara, mais devient rare vers le nord, au delà de la chaîne atlantique du sud. Exemples : vallées de l'Oued Igharghar et de l'Oued

» Les terrains paléozoïques et crétacés sont en partie recouverts de terrains tertiaires (plateaux tabulaires) et actuels (dunes).

Les *drains souterrains* des Feggaguir, seules ressources en eaux de ces oasis, sont établis dans le socle de ces plateaux de terrains d'âge divers; ils n'ont pas, comme on l'a autrefois admis, une direction NS, mais bien EW; seules les *oasis* ont une direction méridienne, étant établies sur les dépressions et chebkhas subméridiennes qui limitent à l'est lesdits plateaux. La température des eaux vives de Feggaguir est assez élevée (26°,9 : moyenne de 16 observations en 15 jours, au regard de la casbah Bajonda d'In-Salah, janvier 1900); la composition chimique paraît voisine de celle de la cuvette N'goussa-Ouargla.

» De ces divers faits il résulte qu'on ne peut admettre l'alimentation souterraine des plateaux à Feggaguir par le nord, comme cela a lieu pour le bassin artésien d'El-Goléah. Il faut ici admettre une nappe venant du sud (Mouydir, massif Ahoggar et Taïtocq) par les synclinaux subméridiens, nappe assez profonde, artésienne, remontant par les fractures, comme M. Rolland l'a montré pour les *chriats* de l'Oued R'ir; cette eau imprègne à certains niveaux les plateaux supérieurs et donne naissance à la nappe des Feggaguir.

» L'ascension de cette nappe se manifeste encore dans les sebkhas (*behours* temporaires) qui deviennent humides à certaines époques.

» On peut donc conclure que les régions sahariennes à *Feggaguir* sont nécessairement des régions à *régime artésien*. Nous en avons des preuves à l'oasis d'El-Goléah et encore dans le puits récemment exécuté au Tidikelt (Foggaret-Zoua) et dans les puits ascendants du nord du Touat.

» Dans la région qui nous occupe, la nappe artésienne (premier niveau à 50^{m}) sera moins importante qu'à l'Oued R'ir; la création de puits artésiens, trop nombreux, pourrait troubler l'équilibre actuel du régime des Feggaguir. Ces considérations ne s'appliquent qu'au Tidikelt et non aux autres parties de l'archipel touatien (Touat Gourara), dont les conditions hydrographiques paraissent différentes. »

Saoura — dôme crétacé de la Chebkha du Mzab et vallées de l'Oued Loua et de l'Oued Zergoun, — Oued Namous. Dans le Tell : anticlinal de Tifrit, vallées de Tifrit et Saïda, lambeau liasique de l'Oued el Abd (Tagremaret), fragments subméridiens des lambeaux triasiques et liasiques des chaînes atlantiques sahariennes, etc.; Djebel Kahar (monts des Lions, auprès d'Oran) formé de schistes et poudingues permiens, etc., qui accusent très sensiblement cette direction.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la constitution du sol sous-marin.* Note de M. J. THOULET. (Extrait.)

« Le tube sondeur Buchanan, qui sert ordinairement aux grands sondages, découpe dans le sol sous-marin un boudin d'une longueur de 16^{cm} à 17^{cm} environ. J'avais analysé (*Comptes rendus,* 5 mai 1902) les deux extrémités d'un certain nombre de ces boudins provenant de la campagne de la *Princesse-Alice*, à S. A. S. le Prince de Monaco, dans l'archipel du Cap-Vert, en 1881. J'avais reconnu que leur constitution était sensiblement la même sur toute leur épaisseur.

» Grâce à certains perfectionnements apportés à la construction des appareils, le Prince a pu, en Méditerranée, le 15 mai dernier (St. 1259, par 43°41′N, 5°6′10″E, et 615^{m} de profondeur), découper dans le sol immergé et ramener un boudin ayant 42^{cm} de longueur, que j'ai, comme les précédents, analysé à ses deux extrémités.

» ...L'analyse et l'observation microscopique sont d'accord pour montrer que pendant le temps, probablement très long, nécessaire pour le dépôt, au fond de la mer, d'une couche épaisse de 42^{cm}, la constitution du sol n'a pas sensiblement changé. Cela, bien entendu, sous réserve des changements brusques qui s'accomplissent quelquefois, dans cette constitution, en certaines localités, et dont l'étude des fonds de l'Atlantique nord m'a fourni deux exemples frappants.

» Il en résulte que la nature des couches marines dépend bien moins de la profondeur que des conditions de tous genres et des phénomènes s'accomplissant dans les portions superficielles des eaux sus-jacentes.

» Ces lois peuvent s'appliquer aux couches géologiques, anciens fonds de mer actuellement inondés.

» J'ai analysé, comme un fond marin actuel, un échantillon de craie provenant des falaises d'Étretat. La constitution générale de cette craie offre une ressemblance remarquable avec celle du fond méditerranéen. La seule différence est que l'un est vaseux et l'autre calcaire. Il semble donc qu'on soit en droit d'en tirer les conclusions suivantes :

» La mer au fond de laquelle s'est déposée la craie d'Étretat présentait une grande ressemblance mécanique avec la Méditerranée actuelle. Mais tandis que cette dernière, au moins dans le golfe de Gênes, est entourée de hautes montagnes constituées par des roches cristallines, donnant par leur

destruction des grains de quartz anguleux et beaucoup d'argile, la mer crétacée, au moins dans la région d'Étretat, n'était pas bordée de hautes terres à roches cristallines et se trouvait dans des conditions climatériques analogues à celles de la région actuelle de l'archipel du Cap-Vert, où la richesse du fond en calcaire dépasse tout ce qu'on peut imaginer.... »

M. **Foveau de Courmelles** adresse une Note portant pour titre : « Des énergies photochimiques comparées de diverses sources lumineuses ».

(Renvoi à l'examen de M. H. Becquerel.)

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse des « Recherches sur les ferments diastasiques de l'*Eurotium Orizæ* ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 7 juillet 1902.)

Note de M. *W. Kilian*, Sur la présence de l'étage aptien dans le sud-est de l'Afrique.

Page 69, ligne 15 : *au lieu de* Appelia, *lisez* Oppelia.
Même page, ligne 17 : *au lieu de* Hilhi, *lisez* Hillsi.
Page 70, ligne 7 : *au lieu de* Ukruhil, *lisez* Ukrahil.
Même page, ligne 12 : *au lieu de* Bernhardt, *lisez* Bornhardt.
Même page, ligne 33 (en note) : *au lieu de* type colonial, *lisez* type oriental.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUILLET 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété curieuse d'une classe de surfaces algébriques.* Note de M. Émile Picard.

« L'étude des intégrales de différentielles totales relatives à une surface algébrique me préoccupe depuis longtemps, mais je reste encore dans l'indécision sur la nature de ces intégrales au point de vue de leur transcendance. Quoique certaines considérations conduisent à présumer que, pour une surface *arbitraire*, toute intégrale de différentielle totale se ramène à une combinaison algébrico-logarithmique, c'est-à-dire à une expression de la forme

$$(1) \qquad \Sigma A_k \log R_k(x, y, z) + P(x, y, z),$$

P et les R étant des fonctions rationnelles de x, y et z, et les A des constantes, le fait reste incertain. Sans rien préjuger à ce sujet, je veux indiquer ici une propriété des surfaces dont *toutes* les intégrales de différentielles totales se ramènent à une combinaison algébrico-logarithmique.

» 1. Je rappellerai d'abord un théorème général relatif aux intégrales de troisième espèce (*Annales de l'École Normale*, 1901). *Soit f une surface algébrique à singularités ordinaires; sur cette surface on peut tracer ρ courbes algébriques irréductibles particulières*

$$C_1, C_2, \ldots, C_\rho,$$

telles qu'il n'existe pas d'intégrale de différentielle totale de troisième espèce, n'ayant d'autres courbes logarithmiques que la totalité ou une partie de ces courbes C, *mais telles qu'il existe une intégrale ayant seulement pour courbes*

logarithmiques une $(\rho+1)^{ième}$ *courbe quelconque* Γ *de la surface, et la totalité ou une partie des courbes* C.

» J'ajoute que le nombre ρ est le même pour toutes les surfaces se correspondant birationnellement et n'ayant pas de courbes *exceptionnelles;* sous ce point de vue, il peut être regardé comme un invariant pour la classe de surfaces algébriques considérées.

» 2. Soit maintenant une surface f, pour laquelle *toutes* les intégrales de différentielles totales sont de la forme (1); désignons toujours par les lettres C les ρ courbes du théorème précédent, et soit Γ une courbe irréductible quelconque tracée sur la surface. Il existe, comme nous venons de le dire, une intégrale de différentielle totale ayant pour courbes logarithmiques la courbe Γ et la totalité ou une partie des courbes C. Cette intégrale est, par hypothèse, de la forme (1); on peut supposer que les termes logarithmiques sont réduits à leur moindre nombre, c'est-à-dire qu'entre les A on n'a pas de relation homogène et linéaire à coefficients entiers. Dans ces conditions, on est assuré que les fonctions rationnelles R n'ont d'autres lignes de zéros et d'autres lignes d'infinis que la courbe Γ et les courbes C.

» Ainsi, une des fonctions R, au moins, est nulle ou infinie le long de Γ, et elle a comme autres lignes de zéros et d'infinis la totalité ou une partie des courbes C, avec des degrés quelconques d'ailleurs (entiers) de multiplicité. Il existe donc certainement une fonction rationnelle n'ayant d'autres lignes de zéros et d'infinis que la courbe irréductible arbitraire Γ de la surface, et la totalité ou une partie des courbes C. J'ajoute que cette fonction sera unique, ou, plus exactement, que deux fonctions rationnelles possédant cette propriété ont deux de leurs puissances entières convenables dans un rapport constant.

» 3. Ceci posé, prenons sur notre surface $\rho+1$ courbes irréductibles entièrement arbitraires

$$\Gamma_1, \quad \Gamma_2, \quad \ldots, \quad \Gamma_{\rho+1}.$$

» On peut, d'après ce qui précède, former une fonction rationnelle R_1, ayant pour ligne de zéro la courbe Γ_1 et pour lignes de zéros et d'infinis la totalité ou une partie des courbes C. Soient de même $R_2, \ldots, R_{\rho+1}$ des fonctions rationnelles analogues correspondant à $\Gamma_2, \ldots, \Gamma_{\rho+1}$; formons le produit

$$F = R_1^{\mu_1} R_2^{\mu_2} \ldots R_{\rho+1}^{\mu_{\rho+1}},$$

où les μ sont des entiers positifs ou négatifs. On peut choisir ces entiers

(non tous nuls) de manière que, pour la fonction rationnelle F, les courbes C ne soient plus ni lignes d'infinis ni lignes de zéros. La fonction F, ainsi obtenue, ne se réduira pas à une constante, et elle aura pour lignes de zéros et lignes d'infinis la totalité ou une partie des courbes Γ.

» Nous sommes donc ainsi conduit à la conclusion suivante, qui est assez curieuse : Étant prises sur la surface $\rho + 1$ courbes algébriques irréductibles arbitraires, *il existe une fonction rationnelle s'annulant le long de certaines de ces courbes, devenant infinie le long des autres* (*avec des degrés convenables de multiplicité*), *et n'ayant aucune autre ligne de zéros ou d'infinis*.

» Il est bien entendu qu'il s'agit ici d'une surface dont, par hypothèse, toutes les intégrales de différentielles totales sont du type (1).

» Pour les courbes algébriques, il n'existe évidemment pas de proposition analogue, dans laquelle les *courbes* Γ seraient remplacées par des *points;* pour une courbe algébrique non unicursale, on ne peut évidemment pas former une fonction rationnelle des coordonnées, dont les pôles et les racines devraient être nécessairement compris parmi des points donnés, les degrés de multiplicité n'étant d'ailleurs pas fixés à l'avance.

» 4. Les résultats précédents conduiraient donc plutôt à présumer que les intégrales de différentielles totales ne se ramènent pas, *en général*, à des combinaisons algébrico-logarithmiques; mais, à supposer que cela soit possible, nous ne pouvons indiquer une surface *de connexion linéaire égale à l'unité* (c'est-à-dire sans intégrale différentielle totale de seconde espèce de nature transcendante) possédant une intégrale de troisième espèce qui ne soit pas du type algébrico-logarithmique.

» On peut indiquer, au contraire, de nombreux exemples de surfaces algébriques pour lesquelles on est assuré que toutes les intégrales sont du type précédent. Un exemple très simple est fourni par la surface de Kummer; pour cette surface, le nombre ρ est égal à l'unité, et, si l'on prend sur la surface deux courbes algébriques irréductibles quelconques Γ_1 et Γ_2, il existe une intégrale de troisième espèce n'ayant d'autres courbes logarithmiques que ces deux courbes, et réductible à un logarithme. On peut le voir de suite en se reportant à une proposition très élégante de M. Humbert, d'après laquelle toutes les courbes algébriques tracées sur la surface de Kummer sont de degrés pairs, et si $2m$ désigne le degré d'une telle courbe, on peut le long de cette courbe circonscrire à la surface une surface de degré m ne la coupant pas en dehors de la courbe considérée.

» Si donc

$$f_1(x, y, z) = 0 \qquad \text{et} \qquad f_2(x, y, z) = 0$$

représentent les deux surfaces de degrés m_1 et m_2 donnant Γ_1 et Γ_2, la fonction logarithmique

$$\log \frac{f_1^{m_2}}{f_2^{m_1}}$$

peut être regardée comme une intégrale de troisième espèce possédant la propriété demandée.

» Il suffira d'indiquer ici un autre exemple assez étendu. La surface

$$z^2 = a(y).x^3 + b(y).x^2 + c(y).x + d(y),$$

où a, b, c, d sont des polynomes *non spéciaux* en y, a toutes ses intégrales de différentielles totales qui se ramènent à une combinaison algébrico-logarithmique. »

OPTIQUE. — *Réflexion et réfraction par un corps transparent animé d'une translation rapide : équations du mouvement et conséquences générales.* — Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. L'hypothèse naturelle qui s'offre à l'esprit, quand on pense à un corps animé, dans l'éther, d'une translation rapide, un peu comparable pour la vitesse à la propagation de la lumière, c'est d'assimiler l'éther à un fluide beaucoup plus ténu que l'air, et le corps à un filet à larges mailles qui traverserait ce fluide en le déplaçant à peine. Si, en même temps, l'éther vibre lumineusement, la supposition la plus simple qu'on puisse faire, au sujet des actions exercées sur une particule d'éther par la matière pondérable qui la rencontre, consiste à admettre que ces actions comprennent, premièrement, une partie *moyenne* sensiblement de même valeur durant un grand nombre de vibrations successives, et employée à produire la petite translation de la particule, c'est-à-dire les déplacements des situations d'équilibre ou *moyennes* de ses divers points; en second lieu, une partie alternativement positive et négative, ou offrant la même périodicité approchée que le mouvement vibratoire, et constituant la résistance qu'oppose à ce mouvement la matière pondérable.

» Or on sait que cette résistance est analogue, dans les corps trans-

parents en repos, à celle que du Buat a signalée, chez les fluides où oscille un pendule court, comme équivalant à un accroissement d'inertie ou de masse du corps oscillant, c'est-à-dire qu'elle est, entre toute molécule pondérable et l'éther ambiant, proportionnelle, suivant les divers sens, aux excès de l'accélération vibratoire de l'éther sur celle de la molécule.

» Ce sont donc les dérivées secondes, par rapport au temps, des déplacements *vibratoires* relatifs offerts par l'éther *entourant* une molécule qui déterminent la résistance opposée au mouvement vibratoire par cette molécule. Il faudrait, en particulier, pour annuler d'une manière continue la résistance au mouvement vibratoire, rendre les déplacements alternatifs (ξ_1, η_1, ζ_1) de la molécule constamment identiques aux déplacements analogues (ξ, η, ζ) de l'éther l'entourant *actuellement* ou ayant, comme situation moyenne, sa propre situation moyenne actuelle (x, y, z). C'est dire que, si la molécule, au lieu d'être à peu près en repos, vient sans cesse au milieu d'un nouvel éther, chaque déplacement vibratoire ξ, η ou ζ de celui-ci devra, dans le calcul de sa dérivée seconde en t dont dépend la résistance de la molécule, être considéré, à mesure que t varie, pour la série des points de l'éther qui ont les situations moyennes mêmes (x, y, z), sans cesse changeantes, de la molécule.

» II. Ainsi, V_x, V_y, V_z, par exemple, désignant les trois composantes de la vitesse V de translation de la molécule, et les déplacements vibratoires ξ_1, η_1, ζ_1 de celle-ci étant généralement négligeables à côté de ξ, η, ζ, les dérivées secondes, en t, dont les composantes de la résistance au mouvement vibratoire sont des fonctions linéaires, s'obtiendront en faisant croître x, y, z de $V_x\,dt$, $V_y\,dt$, $V_z\,dt$, chaque fois que t croîtra de dt. L'expression symbolique d'une dérivation y sera donc

$$\frac{d}{dt} + V_x \frac{d}{dx} + V_y \frac{d}{dy} + V_z \frac{d}{dz},$$

et celle des deux dérivations à effectuer par rapport à t sera, en y négligeant les carrés et produits de V_x, V_y, V_z,

$$\frac{d^2}{dt^2} + 2V_x \frac{d^2}{dx\,dt} + 2V_y \frac{d^2}{dy\,dt} + 2V_z \frac{d^2}{dz\,dt}.$$

» Par suite, si l'on se borne au cas d'un milieu homogène isotrope, la résistance opposée, par la matière pondérable, au mouvement *vibratoire* de l'unité de volume d'éther aura pour composantes respectives suivant les

trois axes, en appelant ρ la densité de l'éther et A un coefficient spécifique,

$$-\rho A\left[\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dt^2}+2V_x\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dx\,dt}+2V_y\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dy\,dt}+2V_z\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dz\,dt}\right].$$

» Jointes aux composantes de l'action élastique, dont les formes bien connues, pour le mouvement vibratoire à déplacements ξ, η, ζ, sont

$$\mu\left[\Delta_2(\xi,\eta,\zeta)-\frac{d\theta}{d(x,y,z)}\right],$$

où θ désigne la dilatation cubique $\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}+\frac{d\zeta}{dz}$, ces composantes donneront les forces motrices $\rho\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dt^2}$, suivant les trois axes, de l'unité de volume d'éther. Transposons-les dans les mêmes membres que ces dernières, et, divisant par μ, appelons ω la vitesse de propagation $\sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ de la lumière dans l'éther libre, N l'indice de réfraction $\sqrt{1+A}$ de la substance étudiée. Nous aurons, sous leur forme la plus simple, les trois équations du mouvement vibratoire de l'éther :

$$(1)\quad\left\{\begin{aligned}&\frac{N^2}{\omega^2}\left[\frac{d^2}{dt^2}+2\left(1-\frac{1}{N^2}\right)\left(V_x\frac{d^2}{dx\,dt}+V_y\frac{d^2}{dy\,dt}+V_z\frac{d^2}{dz\,dt}\right)\right](\xi,\eta,\zeta)\\&\quad=\Delta_2(\xi,\eta,\zeta)-\frac{d\theta}{d(x,y,z)}.\end{aligned}\right.$$

» III. Rapportons le mouvement à des axes des x_1, y_1, z_1 animés des trois composantes de vitesse $\left(1-\frac{1}{N^2}\right)V_x$, $\left(1-\frac{1}{N^2}\right)V_y$, $\left(1-\frac{1}{N^2}\right)V_z$, ou, autrement dit, adoptons les quatre variables indépendantes t_1, x_1, y_1, z_1 reliées à t, x, y, z par les formules

$$(2)\quad\left\{\begin{aligned}&t_1=t,\qquad x_1=x-\left(1-\frac{1}{N^2}\right)V_xt,\qquad y_1=y-\left(1-\frac{1}{N^2}\right)V_yt,\\&\qquad\qquad z_1=z-\left(1-\frac{1}{N^2}\right)V_zt.\end{aligned}\right.$$

Celles-ci entraînent les formules de transformation

$$(3)\quad\left\{\begin{aligned}&\frac{d}{dx}=\frac{d}{dx_1},\qquad\frac{d}{dy}=\frac{d}{dy_1},\qquad\frac{d}{dz}=\frac{d}{dz_1},\\&\frac{d}{dt}=\frac{d}{dt_1}-\left(1-\frac{1}{N^2}\right)\left(V_x\frac{d}{dx_1}+V_y\frac{d}{dy_1}+V_z\frac{d}{dz_1}\right),\end{aligned}\right.$$

et, par suite, très sensiblement,

$$\frac{d^2}{dt^2} + 2\left(1 - \frac{1}{N^2}\right)\left(V_x \frac{d^2}{dx\,dt} + V_y \frac{d^2}{dy\,dt} + V_z \frac{d^2}{dz\,dt}\right) = \frac{d^2}{dt_1^2}.$$

» Les seconds membres des équations (1) garderont leurs formes, tandis que les premiers membres, réduits à $\frac{N^2}{\omega^2}\frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt_1^2}$, se trouveront débarrassés des termes en V_x, V_y, V_z. Donc, conformément aux idées de Fresnel, *les vibrations se transmettent, dans l'éther du corps homogène en mouvement, comme elles le feraient si ce corps et son éther étaient animés ensemble d'une translation égale à la fraction* $1 - \frac{1}{N^2}$ *de la translation effective du corps, cas où il est clair que les ondes éprouveraient la même translation partielle, outre leur mouvement propre de propagation.*

» En particulier, une onde plane limitée latéralement, une fois née quelque part, se propagera, par rapport aux axes des x_1, y_1, z_1, suivant sa propre normale ou, encore, suivant la droite qui, dans une onde sphérique grandissante produite au même instant et au même endroit, joindrait le centre de la sphère au point de contact de l'onde plane considérée, qui lui serait constamment tangente. La construction usuelle d'Huygens et de Fresnel, basée sur l'emploi de la surface courbe d'onde, relie donc la direction de chaque rayon à celle des ondes planes correspondantes.

» IV. Les axes précédents des x_1, y_1, z_1 sont ceux qui conviennent le mieux à l'étude du phénomène, tant qu'il s'agit d'un milieu homogène unique. Mais, dès qu'il y a réflexion et réfraction, ou que deux milieux au moins sont à considérer, savoir, par exemple, l'éther libre et le corps transparent animé de la vitesse translatoire V (à composantes V_x, V_y, V_z), des axes des x', y', z' liés à ce corps deviennent indispensables, surtout si l'observateur participe à la translation, comme il arrive justement dans la plupart des expériences faites sur le globe terrestre et où il n'y a pas d'autre translation à considérer que celle même du globe. Alors on a, pour remplacer, dans (1), t, x, y, z, des variables t', x', y', z' définies par les formules

$$(4)\qquad t' = t, \qquad x' = x - V_x t, \qquad y' = y - V_y t, \qquad z' = z - V_z t.$$

» Or, celles-ci donnent

$$(5)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{dx} = \dfrac{d}{dx'}, \qquad \dfrac{d}{dy} = \dfrac{d}{dy'}, \qquad \dfrac{d}{dz} = \dfrac{d}{dz'}, \\ \dfrac{d}{dt} = \dfrac{d}{dt'} - V_x \dfrac{d}{dx'} - V_y \dfrac{d}{dy'} - V_z \dfrac{d}{dz'}, \end{cases}$$

et, par suite, à des termes près non linéaires en V_x, V_y, V_z, que nous négligeons,

$$\frac{d^2}{dt^2} + 2V_x \frac{d^2}{dx\,dt} + 2V_y \frac{d^2}{dy\,dt} + 2V_z \frac{d^2}{dz\,dt} = \frac{d^2}{dt'^2}.$$

» Les équations (1) du mouvement deviennent alors, en convenant d'effacer finalement les accents de t', x', y', z' :

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{N^2}{\omega^2}\left[\frac{d^2}{dt^2} - \frac{2}{N^2}\left(V_x \frac{d^2}{dx\,dt} + V_y \frac{d^2}{dy\,dt} + V_z \frac{d^2}{dz\,dt}\right)\right](\xi, \eta, \zeta) \\ &\quad = \Delta_2(\xi, \eta, \zeta) - \frac{d\theta}{d(x, y, z)}. \end{aligned}\right.$$

» V. Ces formules nous seront nécessaires pour établir les conditions spéciales à la surface séparative de deux milieux. Mais les lois qu'elles donnent pour un pinceau latéralement limité de lumière, se propageant dans chaque milieu en particulier, s'obtiennent plus simplement en observant que, par rapport aux nouveaux axes (liés au corps), les ondes planes ou courbes se trouvent emportées en sens inverse de la translation effective comme les axes précédents des x_1, y_1, z_1, c'est-à-dire avec la vitesse $\frac{V}{N^2}$, et qu'il suffit ainsi de composer le mouvement de ces précédents axes, par rapport aux nouveaux, avec la simple propagation des ondes.

» Imaginons, à cet effet, que la source lumineuse soit entraînée, elle aussi, avec le corps transparent et l'observateur. Il est toujours permis de le faire : car il s'agit surtout de suivre chaque ébranlement dans sa propagation, et rien n'empêche de le concevoir produit, au moment où il a lieu, par une source ainsi entraînée, qui s'éteindrait aussitôt après, pour être, au besoin, remplacée par d'autres situées de même aux points de départ des ébranlements subséquents.

» Dans ces conditions, pour un observateur ainsi mobile placé à la source d'une onde plane et regardant celle-ci se propager sur son rayon, en même temps que se propagera une onde courbe (fictive) grandissante à laquelle elle reste constamment tangente, le centre de l'onde courbe et le rayon lui-même qui en émane seront vus éprouver, par unité de temps, le mouvement de recul $\frac{V}{N^2}$; et l'onde plane, qui parcourt en même temps le rayon, sera vue suivre la diagonale qui joint la source, c'est-à-dire l'observateur, à l'onde plane telle qu'elle lui paraît placée après une unité de

temps, ou effectivement tangente à l'onde courbe considérée après la même unité de temps et ayant éprouvé, par rapport à la source, le recul $\frac{V}{N^2}$, en sens inverse de la translation V.

» C'est évidemment cette *trajectoire apparente de l'ébranlement* qu'il conviendra d'appeler le *rayon lumineux*, pour un observateur entraîné avec le système. On l'obtient donc en menant, comme à l'ordinaire, à une onde courbe, ici sphérique et de rayon $\frac{\omega}{N}$, née depuis une unité de temps, le plan tangent parallèle à l'onde plane donnée, puis, d'après ce qui précède, en joignant au point de contact *non pas le centre de figure*, mais un point situé à la distance $\frac{V}{N^2}$ de ce centre, du côté où se fait la translation effective V. Ce point représente la source; et son écart d'avec le centre de figure, ou ce qu'on peut appeler l'*excentricité* de l'onde courbe, représente, comme on voit, le recul éprouvé par cette onde, pendant l'unité de temps qu'elle a mise à grandir de zéro à son rayon actuel $\frac{\omega}{N}$. L'angle que fait, au point de contact de l'onde plane et de l'onde courbe, le rayon lumineux, avec la normale émanée du centre de figure, constitue l'*aberration* du rayon. »

CHIMIE. — *Réduction des dérivés nitrés par la méthode d'hydrogénation directe au contact de métaux divisés*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 321), nous avons fait connaître que notre méthode générale d'hydrogénation directe convient très bien dans beaucoup de cas pour transformer les dérivés nitrés organiques en dérivés aminés correspondants : le nitrobenzène, les nitrotoluènes, les nitronaphtalènes sont ainsi régulièrement changés en aniline, toluidines, naphtylamines. Nous avons décrit avec détails la réaction dans le cas du nitrobenzène; nous nous occuperons aujourd'hui du cas analogue du nitronaphtalène, puis de celui des dérivés nitrés forméniques, nitrométhane, nitréthane.

» *Nitronaphtalène α*. — Le nitronaphtalène α étant solide à la température ordinaire (il fond à 58°), un dispositif spécial permettait de chauffer dans la vapeur d'eau bouillante et de maintenir à l'état liquide le produit nitré, qui pouvait ainsi être introduit régulièrement par un tube capillaire dans le tube à réduction.

» Avec le *cuivre réduit*, maintenu entre 330° et 350°, un excès d'hydrogène donne lieu à une transformation totale du nitronaphtalène, sans production appréciable d'ammoniaque : on recueille un liquide noirâtre, qui se solidifie spontanément ou au contact d'un cristal de naphtylamine α. La masse cristalline brun rosé ainsi obtenue est formée par de la naphtylamine α, souillée par une très petite proportion de produits azoïques et de goudrons.

» Ainsi que dans le cas du nitrobenzène et des nitrotoluènes, l'hydrogène peut être remplacé par le *gaz à l'eau*, mélange à volumes égaux d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Ce dernier corps intervient dans une certaine mesure pour effectuer la réduction : en effet les gaz dégagés contiennent une quantité notable d'anhydride carbonique produit par la réaction.

» En opérant à la même température avec du *nickel réduit*, la formation de naphtylamine est accompagnée d'une réduction plus avancée, analogue à celle qui a été réalisée pour l'aniline au-dessus de 250° : il y a production d'ammoniaque et de tétrahydrure de naphtalène liquide $C^{10}H^{12}$, ainsi que de naphtalène libre provenant de la destruction partielle du tétrahydrure.

» II. *Nitrométhane.* — En présence de *nickel réduit* maintenu à la température de 150° à 180°, les vapeurs de nitrométhane, entraînées par un excès d'hydrogène, sont facilement réduites, avec formation exclusive d'eau et de méthylamine qui s'y dissout :

$$CH^3.NO^2 + 3H^2 = CH^3.NH^2 + 2H^2O.$$

» On observe une forte absorption d'hydrogène.

» La méthylamine a été caractérisée par ses diverses réactions (notamment par l'action de l'iode, qui fournit un précipité rougeâtre que la potasse transforme en iodoforme), et par le dosage de son chloroplatinate :

Platine pour 100...	trouvé................	41,7
	calculé................	41,5

» Il n'y a pas formation sensible d'ammoniaque; les gaz qui sortent de l'appareil ne contiennent que de la méthylamine et de l'hydrogène, sans méthane.

» Il n'en est plus ainsi quand le nickel est chauffé au-dessus de 200° et surtout de 300°. Ainsi à 320°, la production de méthane, corrélative de celle d'ammoniaque, est fort importante, selon la réaction

$$CH^3.NO^2 + 4H^2 = CH^4 + NH^3 + 2H^2O.$$

» Alors la méthylamine recueillie contient beaucoup d'ammoniaque.

» L'emploi du *cuivre réduit* conduit à une réduction moins simple.

» Au-dessous de 300°, on ne constate aucune action appréciable.

» Entre 300° et 400°, la réaction a lieu, accusée par la formation de vapeur d'eau et par la contraction du volume gazeux : mais, quel que soit l'excès d'hydrogène, elle ne conduit jamais à une transformation complète en méthylamine. On obtient un liquide aqueux un peu brunâtre, d'odeur écœurante rappelant à la fois la pyridine et l'acide cyanhydrique, dans lequel apparaissent des cristaux incolores peu stables, solubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther, qui fondent au-dessous de 60° en dégageant de la méthylamine. Le liquide et les cristaux ne tardent pas à noircir en se

décomposant peu à peu, et déposent une matière solide noire, insoluble dans l'eau, soluble en brun dans les acides concentrés.

» Ce liquide instable peut être réalisé directement avec des propriétés identiques, en dissolvant du nitrométhane dans une solution aqueuse de méthylamine : il peut être regardé comme contenant à l'état de dissolution la combinaison d'addition de méthylamine et de nitrométhane, due à la fonction acide de ce dernier corps. Les cristaux observés sont précisément cette combinaison, dont la destruction s'effectue spontanément selon un mécanisme très complexe sur lequel il y aura lieu de revenir.

» III. *Nitréthane.* — La transformation du nitréthane en éthylamine se produit facilement sans complications, quand on l'effectue au moyen d'un excès d'hydrogène en présence du *nickel* vers 200°.

» Avec le nickel maintenu à 340°, la production d'éthylamine se complique d'une certaine formation d'ammoniaque, et corrélativement d'éthane et de méthane : mais ce phénomène accessoire est moins important que dans le cas du nitrométhane.

» Le *cuivre réduit*, agissant entre 300° et 400°, fournit une réduction analogue, mais plus lente, sans perturbations notables : le liquide recueilli est une solution d'éthylamine, qui contient une certaine dose de nitréthane dissous et se conserve à peu près incolore sans altérations appréciables. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Delatour** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un « Appareil de pointage ».

(Renvoi au concours du prix extraordinaire institué en vue d'accroître l'efficacité de nos forces navales.)

M. **Bréchard** adresse un Travail relatif à de « nouveaux pantographes ».

(Commissaires : MM. Hatt, Laussedat.)

M. **Odier** adresse un complément à son précédent Mémoire sur la théorie des consonances et des dissonances musicales.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Mascart, Violle.)

CORRESPONDANCE.

M. **Schiaparelli**, nommé Associé étranger, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome I des « Opere matematiche di *Eugenio Beltrami* ».

ASTRONOMIE. — *Méthode spectrale capable de fournir la loi de rotation encore inconnue des planètes à faible éclat. Vérifications de la méthode. Premiers résultats.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« J'ai indiqué en 1895 (¹) la méthode spectrale dite *de l'inclinaison*, qui décèle avec une précision notable la rotation des planètes brillantes, telles que Jupiter, Vénus, Saturne et ses anneaux. Je montre, dans la Note actuelle, qu'elle peut, avec certaines modifications, être appliquée aux planètes d'éclat plus faible, telles qu'Uranus et Neptune. Ces dernières planètes, dont la rotation n'est pas encore déterminée, ont des satellites qui se meuvent dans le sens rétrograde, alors que le Soleil, les autres planètes et les autres satellites tournent dans le sens direct. Aussi la reconnaissance de leur rotation a une importance manifeste.

» La mesure de l'inclinaison des raies spectrales est relativement facile avec les planètes brillantes dont le spectre peut être obtenu avec un appareil dispersif à fente fine. Elle donne la différence des vitesses radiales aux extrémités d'un diamètre planétaire avec une précision beaucoup plus grande que la mesure classique du déplacement linéaire.

» D'ailleurs, au moins pour les planètes extérieures, la différence de vitesse ainsi mesurée est double de la vitesse réelle. C'est même pour vérifier cette application spéciale aux planètes du principe de Doppler-Fizeau que j'ai, en 1895, sur le conseil de M. Poincaré, commencé ces recherches spectrales. L'expérience vérifie nettement les indications de la théorie. Ainsi pour Jupiter, dont la vitesse linéaire équatoriale est 12^{km} par seconde, la différence de vitesse radiale mesurée aux deux extrémités du diamètre équatorial est de 48^{km}. Cette propriété, comme je l'ai remarqué dès le début, favorise la reconnaissance de la rotation par le spectre ; en effet, peu après, Keeler et moi, nous avons, par cette méthode, décelé la rotation des anneaux de Saturne et fourni la première preuve expérimentale de leur division en corpuscules. Plus tard, en 1900, Belopolski, avec un appareil très dispersif, a reconnu la rotation de Vénus.

(¹) *Recherches spectrales sur la rotation et les mouvements des planètes* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 417) et *Recherches spectrales sur les anneaux de Saturne* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1155).

» Or, les appareils précédents sont en défaut avec les planètes Uranus et Neptune, de grandeurs égales à 5,5 et 7,5. Le spectroscope employé à Paris avec le grand télescope de $1^m,20$ pour Jupiter et Saturne, et le spectroscope organisé à Meudon pour les vitesses radiales des étoiles avec la grande lunette, ne conviennent plus pour les étoiles de grandeur supérieure à 4,5. De plus, avec la grande lunette de Meudon de 16^m de distance focale, l'image d'Uranus, au foyer, est un petit cercle de 300^μ (microns), alors que la fente ordinaire du spectroscope a seulement 30^μ, et la plus grande partie de la lumière de la planète ne pénètre pas dans l'appareil.

» Il faut nécessairement employer un spectroscope moins dispersif, et une fente plus forte. Or, et c'est là le point sur lequel je veux insister, lorsque la lumière entière du cercle planétaire entre dans l'appareil et concourt à la formation du spectre, la méthode de l'inclinaison donne encore des résultats très utiles, quoique inférieurs en précision.

» En effet, avec une dispersion trois fois plus faible, les principales raies ou bandes du spectre solaire sont discernables avec une fente de 300^μ, et nettes avec une fente de 150^μ. De plus, si l'on applique la propriété géométrique simple des corps en rotation indiquée dans ma Note de 1895, le disque circulaire de la planète [en pointillé (*fig.* 1)], après le passage de sa lumière supposée monochromatique dans le spectroscope, est déformé, comme l'indique le schéma ci-dessous. Le cercle est remplacé par une ellipse inclinée [une des deux ellipses en trait plein (*fig.* 1)] et l'on

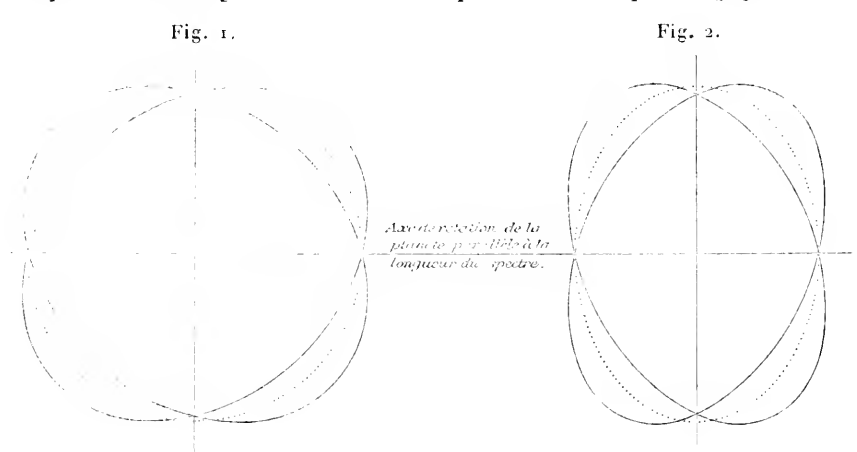


Fig. 1. Fig. 2.

conçoit que cette inclinaison puisse donner le sens et même la vitesse de la rotation.

» La méthode semble donc susceptible de donner encore un résultat dans ce cas difficile. Avant de l'appliquer à Uranus, je l'ai essayée sur

Jupiter, l'image de Jupiter étant égale ou inférieure à l'image d'Uranus donnée par la grande lunette de Meudon. Une image de Jupiter, large de 300^{μ}, correspond à un objectif de $1^{m},50$ de distance focale; mais j'ai employé seulement une petite lunette de $0^{m},55$, la démonstration étant, à certains égards, plus frappante avec une très petite image de l'astre.

» Une première série d'expériences est la suivante : l'objectif de $0^{m},55$ projette une image de Jupiter sur la fente largement ouverte d'un petit spectroscope à un prisme de 60°, dont le collimateur et la lunette ont $0^{m},22$ et $0^{m},32$. De plus, l'ensemble peut tourner autour de l'axe commun de l'objectif et du collimateur. On fait alors trois épreuves successives du spectre sur la même plaque : une première épreuve avec la fente et l'arête du prisme parallèles à l'équateur de Jupiter, puis une deuxième et une troisième, après avoir tourné l'appareil entier de 90° et de 180°. Or la première épreuve montre les raies inclinées dans le sens déterminé par la rotation connue de l'astre, et la troisième les donne inclinées dans le sens opposé (voir les deux ellipses à trait plein de la figure 1).

» Dans une seconde série d'expériences, les résultats sont plus nets. On a seulement un prisme objectif de 30° placé devant l'objectif précédent de $0^{m},55$, l'ensemble pouvant tourner autour du rayon visuel de l'astre. Le prisme est dans la position dite *diminuante*, de manière que le cercle de la planète est remplacé dans le spectre par une ellipse aplatie dans le sens de la longueur du spectre, ce qui favorise beaucoup le relevé des inclinaisons (voir la figure 2 et l'ellipse centrale en pointillé). Les trois épreuves successives obtenues comme précédemment ont encore les mêmes particularités indiquées par les trois ellipses de la figure 2, et l'accord entre les inclinaisons mesurées et calculées est satisfaisant [1].

» En résumé, l'image entière de la planète, soumise à l'analyse spectrale, offre des déformations qui peuvent déceler le sens et jusqu'à un certain point la vitesse de sa rotation. Même avec la petite lunette employée pour Jupiter (3^{cm} d'ouverture), cette méthode spectrale donne probablement un résultat plus net sur la rotation que la méthode ordinaire par le mouvement des taches sur le disque.

» Ces essais sur Jupiter ont été faits dans l'été de 1901 avec le concours de

---

[1] Ces deux séries d'expériences ont été faites non avec la grande lunette, mais avec l'équatorial d'un type nouveau, que j'ai fait construire pour l'observation de l'éclipse totale du Soleil de 1900 (voir *Bulletin astronomique*, 1901, p. 150). Cet équatorial, qui a été remonté à l'Observatoire sous un abri roulant, a l'avantage d'être un support commode pour toutes sortes d'instruments.

MM. Burson et Millochau. Puis, cette année, la méthode a été appliquée à Uranus, et a donné déjà le résultat suivant : la planète tourne dans le sens rétrograde. Mais les détails de ces recherches seront présentés dans une Note prochaine. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Dirichlet pour des domaines limités par plusieurs contours (ou surfaces)*. Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Emile Picard.

« Ni pour les problèmes dans le plan, ni pour les problèmes dans l'espace à trois dimensions, on n'a besoin des transformations de M. Poincaré pour démontrer la méthode de M. Neumann, si l'on se sert d'un théorème de M. Zaremba (1) ou plutôt d'une modification de ce théorème que j'ai démontrée récemment (2); il est tout à fait indifférent pour cette démonstration, si le domaine en question est limité par un seul contour (une seule surface), ou par plusieurs contours (plusieurs surfaces), si le domaine est simplement connexe ou non, pourvu que les contours (les surfaces) soient de courbure continue (3).

» Quant aux problèmes dans le plan, il est facile de généraliser cette démonstration aussi pour le cas où les contours sont composés d'un nombre fini de lignes de courbure continue de la même manière que pour les domaines limités par un seul contour, en démontrant d'abord l'existence d'une transformation

$$X = X(x, y), \qquad Y = Y(x, y);$$
$$x = x(X, Y), \qquad y = y(X, Y),$$

qui change les contours composés dans le plan des x, y, en contours de

(1) S. Zaremba, *Bull. de Cracovie*, 1901, p. 171.

(2) A. Korn, *Abhandlungen zur Potentialtheorie*, n° 5, p. 25. Berlin, 1902.

(3) Dans un récent Mémoire (*Math. Ann.*, t. LVI, p. 49) M. E.-R. Neumann a appliqué la première méthode de M. C. Neumann aux domaines limités par plusieurs contours (surfaces), et, par une heureuse modification de la démonstration originale, il est arrivé à démontrer la méthode pour un grand nombre de cas; quoique ces résultats ne soient pas aussi généraux que ceux que l'on obtient par l'application de la méthode citée ci-dessus, ils permettent souvent de calculer assez facilement une limite inférieure pour le rayon de convergence des séries de M. Neumann.

courbure continue dans le plan des X, Y, tout en définissant une correspondance uniforme entre le plan des x, y et le plan des X, Y, et remplissant les conditions que les fonctions X, Y et x, y soient continues dans tout le plan, et qu'elles admettent des dérivées

$$\frac{\partial X}{\partial x}, \quad \frac{\partial X}{\partial y}, \quad \frac{\partial Y}{\partial x}, \quad \frac{\partial Y}{\partial y}; \quad \frac{\partial x}{\partial X}, \quad \frac{\partial x}{\partial Y}, \quad \frac{\partial y}{\partial X}, \quad \frac{\partial y}{\partial Y}$$

finies et intégrables. Avec la connaissance d'une telle transformation ([1]), et avec la remarque que pour les domaines transformés (qui possèdent maintenant des contours de courbure continue) le théorème fondamental de M. Poincaré concernant le quotient

$$\frac{\int_i \left[\left(\frac{\partial h}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial y}\right)^2\right] d\omega}{\int_e \left[\left(\frac{\partial h}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial y}\right)^2\right] d\omega}$$

découle du théorème de M. Zaremba, la démonstration ne présente plus aucune difficulté.

» Il faut encore ajouter une remarque sur les constantes, par lesquelles les solutions de M. Neumann peuvent différer des valeurs limites f données quand il s'agit d'un domaine extérieur de n contours (surfaces) $s_1, s_2, \ldots, s_n$. Comme il est à prévoir, il résulte d'une manière tout à fait rigoureuse de ces démonstrations s'appuyant sur le Mémoire fondamental de M. Poincaré (*Acta math.*, t. XX, 1896) qu'à chaque contour correspond une constante particulière, et que l'on peut se débarrasser de ces constantes à l'aide de potentiels de n points respectivement intérieurs à $s_1, s_2, \ldots, s_n$. »

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur une des causes d'explosion des chaudières à vapeur et sur le moyen de la prévenir.* Note de M. J. Fournier, présentée par M. Lippmann.

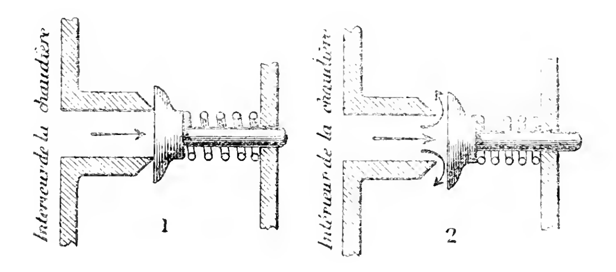
« La raison le plus souvent invoquée pour expliquer l'explosion des chaudières à vapeur repose sur la formation d'un dépôt calcaire sur les parois internes de la chaudière, par les eaux d'alimentation insuffisamment

([1]) On la trouve d'une manière absolument analogue au cas d'un seul contour (A. Korn, *Abhandlungen zur Potentialtheorie*, n° 2, p. 19).

épurées. Outre cette cause, il en est une certainement aussi vraisemblable, due à l'inefficacité des soupapes de sûreté employées sur ces chaudières. Réglementairement, la section du canal d'échappement doit être assez grande pour parer à toute éventualité lorsque le clapet est ouvert en grand, c'est-à-dire soulevé à une distance de son siège au moins égale au quart du diamètre de l'orifice d'échappement. Or, dans les soupapes, telles qu'on les emploie actuellement, la hauteur de soulèvement du clapet ne peut acquérir cette valeur que moyennant une augmentation dangereuse de la pression dans la chaudière.

» *La cause de cette augmentation parasite de la pression provient uniquement de ce que ces soupapes ferment en sens inverse de la pression dans la chaudière.*

» En effet, considérons (*fig.* 1) un des deux types de ces soupapes, le plus généralement employé. Quand le clapet est appliqué contre l'orifice du canal d'échappement, la pression agit sur ce clapet en tous les points du



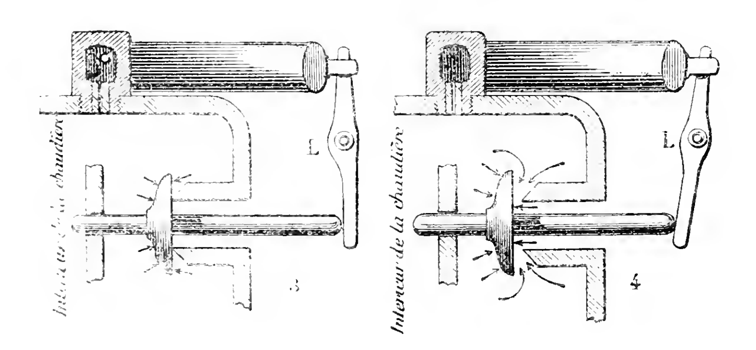
cercle déterminé par le contour de l'orifice du canal d'échappement. Dès que cet orifice est démasqué (*fig.* 2), les forces qui sollicitent le clapet se répartissent de la façon suivante :

» D'une part, la pression qui agit sur la face interne du clapet n'est plus la pression dans la chaudière, mais celle de la vapeur partiellement détendue, qui est nécessairement moindre. D'autre part, la force nécessaire pour produire le soulèvement du clapet augmente d'une façon continue, puisque la tension du ressort de rappel augmente au fur et à mesure que ce clapet est refoulé par la vapeur. Ces deux causes ajoutant leurs effets, les accroissements successifs $\Delta_1 P$, $\Delta_2 P$, ... de la pression dans la chaudière, correspondant à des accroissements égaux de l'orifice d'échappement, augmentent rapidement suivant une loi très compliquée dépendant, à la fois, des lois de l'écoulement et de la détente de la vapeur et de la loi de flexibilité du ressort.

» De ces accroissements anormaux de la pression dans la chaudière, il résulte, ainsi que cela est démontré dans la pratique, que la pression nécessaire pour faire ouvrir en grand le clapet est souvent supérieure de plusieurs atmosphères à la pression pour laquelle ce clapet commence à s'ouvrir. L'équilibration de la soupape par un contrepoids ne fait qu'atténuer la grandeur de l'effet parasite considéré, mais ne le supprime pas.

» Avec une soupape fermant dans le sens de la pression, c'est-à-dire du dedans au dehors de la chaudière, comme celle que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 15 février 1897, ces inconvénients n'existent pas et les accroissements de pression $\Delta_1 P$, $\Delta_2 P$, ... définis précédemment sont toujours rigoureusement égaux.

» En effet, soit une de ces soupapes actionnée par un organe extérieur représenté par un tube manométrique ordinaire dont l'une des extrémités est en relation avec l'intérieur de la chaudière et dont l'autre, fermée et libre, peut, sous l'influence d'une augmentation de pression dans la chaudière, faire ouvrir la soupape par l'intermédiaire d'un levier L. Si la soupape est fermée, comme l'indique la figure 3, les pressions qui agissent sur le clapet sont : d'une part, la pression dans la chaudière; d'autre part, la pression



atmosphérique en tous les points de la surface du cercle défini par le contour de l'orifice d'échappement. La pression dans la chaudière augmentant jusqu'à une valeur donnée, l'extrémité libre du tube manométrique fait ouvrir la soupape.

» Or, il est facile de voir (*fig.* 4) qu'à partir de cet instant la pression atmosphérique qui agissait précédemment sur le clapet, en tous les points de la surface du cercle défini par le contour de l'orifice, est remplacée par la pression de la vapeur partiellement détendue, c'est-à-dire par une pression plus grande qui tend à refouler le clapet vers l'intérieur de la chau-

dière et, par suite, à augmenter la grandeur de l'orifice d'échappement de la vapeur.

» Plus le clapet est refoulé, plus la pression de la vapeur augmente sur la surface du cercle considéré, de sorte que la résultante des pressions qui tend à appliquer le clapet contre son siège diminue au fur et à mesure que l'orifice d'échappement augmente. Il résulte de là que l'effort à exercer sur la tige du clapet, pour démasquer l'orifice d'échappement, devient de plus en plus petit à mesure que cet orifice grandit, contrairement à ce qui a lieu avec les soupapes précédentes.

» De plus, l'élongation de l'extrémité libre du tube manométrique chargée de refouler le clapet vers l'intérieur de la chaudière est proportionnelle à l'accroissement de pression (il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer que les traits de la graduation d'un manomètre métallique sont équidistants).

» Il est donc parfaitement prouvé qu'avec la soupape fermant dans le sens de la pression et munie d'un tube manométrique comme ressort antagoniste, une même augmentation de pression dans la chaudière produit toujours un même accroissement de l'orifice d'évacuation de la vapeur.

» D'ailleurs, en choisissant convenablement les dimensions du tube manométrique, ainsi que le rapport des bras du levier, on peut rendre sensiblement négligeable la différence des pressions qui correspondent respectivement à l'ouverture en grand du clapet et à la cessation du contact de ce clapet avec son siège. »

PHYSIQUE. — *Sur le dichroïsme magnétique.* Note de M. **Quirino Majorana**, présentée par M. Mascart.

« Les liquides employés pour l'étude de la biréfringence magnétique ont un pouvoir absorbant très fort pour la lumière. Il était à prévoir que, sous l'action du champ magnétique, ce pouvoir devait être modifié inégalement dans les différentes directions et selon l'azimut de polarisation. Dans ces expériences, la source lumineuse est toujours l'arc voltaïque. Avec un liquide actif (fer Bravais vieux), le spectre de la lumière qui réussit à le traverser s'étend du rouge au vert, le reste des radiations étant absorbé. Les bords de la région lumineuse sont assez nets, surtout celui du vert.

» 1. Si, comme dans les expériences de biréfringence, le rayon lumineux traverse

le liquide normalement aux lignes de force, sans interposition de nicol, la partie lumineuse du spectre devient plus brillante et plus large quand on excite le champ. Cela arrive toujours, excepté au voisinage du point d'inversion. Le phénomène est très marqué pour le champ de 18000 unités.

» 2. Observons la lumière émise par la cuvette à travers un nicol dont la section principale soit *parallèle* aux lignes de force. En excitant le champ jusqu'à 3000 unités (biréfringence positive maximum), la lumière diminue un peu et l'étendue du spectre se restreint. Ce phénomène n'est pas bien marqué, car il correspond à la biréfringence $\beta = 0,6\lambda$. Pour des champs plus intenses que celui qui correspond au point d'inversion (biréfringence négative), et mieux pour le champ maximum (18000 unités), la partie lumineuse du spectre s'éclaire et s'élargit dans une mesure considérable.

» 3. On observe comme au n° 2, mais en plaçant la section principale du nicol *normalement* aux lignes de force. Pour 3000 unités, on observe augmentation d'intensité lumineuse et élargissement de la partie lumineuse du spectre. Pour 18000 unités, on constate le contraire. Ici également le phénomène est peu visible dans le premier cas et très net dans le second.

» 4. Les expériences 1, 2, 3 font prévoir que, même parallèlement aux lignes de force, on devra observer des changements de valeur dans l'absorption. On remplace les expansions linéaires de l'électro-aimant par d'autres de forme conique et perforées. La petite cuvette est aussi remplacée par une autre de forme cubique de 1^{cm} d'arête. On pourra ainsi observer soit normalement, soit parallèlement au champ.

» L'épaisseur du liquide étant moindre, on lui donne une concentration sept fois plus grande. En étudiant ainsi l'absorption parallèlement au champ et sans nicol (inutile pour raisons de symétrie), les phénomènes sont plus simples. Dans le cas de biréfringence positive (3000 unités), on a accroissement d'intensité lumineuse et élargissement du spectre visible; on constate le contraire dans le cas de biréfringence négative (18000 unités). Dans les deux cas, la lumière qui sort du liquide soumis à l'action du champ est de la *lumière ordinaire*.

» On conclut de l'expérience 3 que les bords du spectre de la lumière traversant un liquide avec biréfringence positive sous l'action d'un champ, et normalement à celui-ci, *sont nettement polarisés dans le plan des lignes de force*. Ce spectre, en effet, s'élargit, et l'élargissement observé avec un nicol persiste seulement si la section principale de celui-ci est normale au champ.

» Pour une biréfringence négative, l'expérience 2 montre que les bords sont, au contraire, polarisés dans le *plan normal aux lignes de force*. En comparant l'expérience 4 avec 2 et 3, on déduit enfin que : *pour des biréfringences positives, l'absorption observée parallèlement aux lignes de force est moindre que l'absorption subie par un rayon se propageant normalement aux lignes de force et dont le plan de polarisation soit normal à ces lignes. Pour des biréfringences négatives, elle est plus forte.*

» En résumé, on voit que ces liquides actifs se comportent, dans un champ magnétique, comme les cristaux uniaxes doués de dichroïsme. Les variations de l'absorption que l'on observe dans ces cristaux, suivant les

différentes directions, correspondent parfaitement à celles que nous venons d'étudier. Il faut remarquer, en outre, que les expériences décrites permettent d'affirmer que, tant dans la biréfringence positive que dans la négative, *dans la propagation normale, l'onde la plus lente est toujours celle qui est le plus absorbée.*

» Si le liquide présente une forte biréfringence négative, sous l'action de 1800 unités, on peut faire des mesures assez précises des phénomènes d'absorption. On ajoute au dispositif de l'expérience 4 un photomètre Lummer qui sert à déterminer le rapport de la lumière qui traverse le liquide normalement ou parallèlement au champ, le spectroscope étant supprimé. La source de lumière employée comme terme de comparaison est constituée par une flamme constante, voilée par un verre rouge, de façon à égaliser autant que possible les teintes des deux lumières. Le liquide acquiert une biréfringence $\beta = 12\lambda$ avec un champ de 1800 unités. En représentant par 1 l'intensité lumineuse sans le champ, on a, en faisant intervenir l'action magnétique :

	Intensité.
Normalement au champ, sans nicol	1,62
» » avec nicol, section princ. parallèle au champ	2,74
» » » » normale »	0,54
Parallèlement au champ, sans nicol	0,56

» De sorte que, *si le plan de polarisation des radiations est parallèle au champ, celles qui se propagent parallèlement aux lignes de force subissent une absorption égale à celle qui est subie par les vibrations qui se propagent normalement aux lignes de force.* Ce résultat, constaté pour des biréfringences négatives, est aussi très probablement exact pour des biréfringences positives.

» Les mesures photométriques qui précèdent confirment le fait que les phénomènes présentés par les cristaux absorbants sont décrits de la manière la plus simple en leur donnant pour caractéristique le seul vecteur normal au plan de polarisation. »

PHYSIQUE. — *Sur l'équivalent électrochimique de l'argent.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann [1].

« Depuis les recherches bien connues de M. Mascart, de M. Kohlrausch et de Lord Rayleigh sur l'équivalent électrochimique de l'argent, un certain

(1) Voir *Comptes rendus*, 7 juillet 1902.

nombre de savants en ont repris la détermination. Les résultats obtenus, notamment par MM. Potier et Pellat, d'une part, et par MM. Patterson et Guthe, d'autre part, sont en parfait accord. L'équivalent électrochimique de l'argent serait, d'après eux, 0,011192, au lieu de 0,01118, nombre devenu classique, qui est la moyenne des résultats de M. Kohlrausch et de Lord Rayleigh.

» MM. Richards, Collins et Heimrod ont comparé les masses d'argent recueillies simultanément dans trois voltamètres à azotate d'argent diversement montés : l'un conformément aux indications de Lord Rayleigh, le deuxième semblable à celui de MM. Patterson et Guthe, et le troisième d'un modèle nouveau, comportant un vase poreux, et ils ont obtenu dans ce dernier un dépôt un peu plus faible que dans le premier et notablement plus faible que dans le deuxième ($\frac{2}{1000}$). Si l'on donnait la préférence à leur mode opératoire, il faudrait donc abaisser l'équivalent électrochimique de l'argent à 0,01117 environ.

» Enfin, d'après divers auteurs, la corrosion du dépôt cathodique par le bain non privé d'air amènerait un déficit que M. Myers évalue à $\frac{1}{1000}$ environ. L'équivalent devrait donc, au contraire, être majoré d'autant, de sorte qu'il pourrait bien dépasser 0,01120. Mais j'ai montré que cette prétendue corrosion n'existe pas.

» Quant aux divergences des résultats en général, elles sont dues, pour une bonne part, à ce que les masses d'argent pesées par les divers auteurs ne dépassaient pas 2^g. Certes, il est facile de peser une pareille masse à $\frac{1}{10000}$ près; mais il est aussi très facile de laisser échapper, dans les délicates opérations du lavage du dépôt, des parcelles d'argent formant plusieurs dixièmes de milligramme. C'est, évidemment, ce qui est arrivé à M. Kahle lorsqu'il a cru remarquer que ledit lavage à l'eau distillée chaude faisait perdre au dépôt plusieurs dix-millièmes. Je n'ai jamais rien observé de semblable en opérant sur 30^g de matière.

» J'ai reconnu, d'ailleurs, que la masse d'argent déposée par un coulomb dépend d'un certain nombre de circonstances. Je me contenterai de résumer ici les résultats d'expériences qui seront décrites dans l'un des prochains numéros du *Journal de Physique*.

» 1. Soit un bain d'azotate d'argent primitivement neutre, de concentration normale et à la température ordinaire. Nous avons vu que, si la densité anodique du courant est inférieure à 0,002 C. G. S., il ne se forme point d'acide azotique en quantité appréciable à l'anode. Dans ces conditions, le dépôt d'argent à la cathode est *normal;* il ne dépend pas de la densité cathodique, et il ne change pas si l'on sature le bain d'oxyde d'argent.

» 2. Si la densité anodique est plus forte, la concentration moindre ou la température plus élevée, il se forme à l'anode de l'acide azotique dont la destruction à la cathode entraîne un déficit d'argent. Il est facile de voir qu'à chaque milligramme d'AzO^3H détruit correspond un déficit de $1^{mg},37$ d'argent.

» 3. Si le bain est primitivement acide, il est clair que le déficit s'exagère pour la même raison.

» 4. La basification du bain au moyen d'oxyde d'argent (Patterson et Guthe) a pour effet d'empêcher la formation d'acide libre et, par suite, le déficit d'argent. Cette précaution semble devoir être efficace avec des courants de densité moyenne, tant qu'il reste de l'oxyde en dissolution; mais celui-ci, étant peu soluble, s'épuisera avant la fin de l'expérience si l'on recueille, comme je le conseille, une masse importante d'argent. Je crois plus sûr de s'en tenir aux très faibles densités.

» Je compléterai ces renseignements généraux par quelques indications numériques relatives aux cas où l'on n'a point réalisé les conditions spécifiées au n° 1 pour obtenir le dépôt normal. Il se produit alors à la cathode un déficit plus ou moins important qui peut dépasser un millième, peut-être même 2 millièmes.

» 1. *Influence de la température, entre 0° et 40°.* — En bain neutre normal, avec anodes de 18^{cm^2}, cathodes de 100^{cm^2}, et un courant de 0,9 ampère, le dépôt d'argent diminue de 3 à 4 millionièmes par degré. Avec des anodes de $4^{cm^2},5$, les autres conditions restant les mêmes, la diminution atteint 8 à 9 millionièmes.

» L'effet de la température est à peu près le même avec un bain acidulé à 2^g par litre.

» D'après Lord Rayleigh, le dépôt augmenterait, au contraire, avec la température.

» 2. *Influence des densités de courant.* — Avec une densité anodique 0,005, si la densité cathodique passe de 0,0003 à 0,001, le dépôt ne diminue pas d'une manière bien appréciable. Avec la densité anodique 0,02, l'écart dépasse $\frac{1}{10000}$ en bain normal neutre, et $\frac{3}{10000}$ en bain acidulé à 2^g par litre.

» 3. *Influence de l'acidité et de la basicité.* — Expériences avec cathodes de 100^{cm^2} et anodes de $4^{cm^2},5$:

» 1° Les deux bains sont normaux en azotate; l'un est centinormal en acide. Avec un courant de 1 ampère, le déficit relatif sur la cathode dans ce dernier est de $\frac{23}{1000000}$ ($0^g,007$ sur 30^g).

» 2° Les deux bains sont demi-normaux en argent, et l'un 0,014 normal en acide le déficit atteint la même valeur pour 0,4 ampère.

» *Remarque.* — Nous avons ici la clef d'un désaccord entre M. Kahle et MM. Patterson et Guthe. Le premier trouve que le dépôt fourni par un bain frais est plus faible que celui fourni par un bain usagé dans les mêmes conditions; MM. Patterson et Guthe trouvent exactement le contraire. Tandis que ces derniers partaient d'une solution basifiée qui, par l'usage, devenait légèrement acide, M. Kahle partait sans doute d'une solution acide dont l'acidité diminuait, ainsi que je l'ai exposé.

» 4. *Influence de la concentration.* — Les deux bains sont neutres : l'un est normal, l'autre 0,2 normal. Avec une densité anodique de 0,02, le dépôt fourni par ce dernier est inférieur de plus de $\frac{2}{10000}$.

» *Conclusion.* — En résumé, la masse d'argent déposée à la cathode par un coulomb dépend, en général, de plusieurs circonstances. Mais il semble que l'on puisse atteindre la précision de $\frac{1}{10000}$ dans la détermination de l'équivalent électrochimique de ce métal en opérant sur un bain parfaitement neutre ou même basique au début, et en évitant la formation d'acide à l'anode, comme je l'ai indiqué. »

PHYSIQUE. — *Argenture du verre et daguerréotype.* Note de M. **Izarn**, présentée par M. J. Violle.

« L'argenture des glaces, pratiquée aujourd'hui si couramment par le procédé au sucre, principalement pour les miroirs télescopiques et les réseaux de la photographie du Ciel, donne généralement des résultats excellents, mais elle exige une liqueur relativement riche en argent et la fabrication spéciale, pour chaque opération, de la solution réductrice, à moins que, pour en conserver une provision, on n'y introduise une quantité beaucoup plus grande d'alcool, auquel cas elle se modifie graduellement avec le temps, en devenant de plus en plus active, ce qui oblige à des essais préliminaires chaque fois qu'il faut l'employer.

» J'ai eu l'occasion récemment d'essayer ce procédé pour le daguerréotype sur verre; la méthode daguerrienne, par ses qualités spéciales, paraît destinée à s'introduire de plus en plus dans les laboratoires de Physique, comme suffiraient à le prouver les belles expériences exécutées dans ces derniers temps par M. Cotton sur les réseaux de diffraction et les ondes stationnaires. Or, ici, la substitution du verre argenté aux anciennes plaques s'impose si l'on a besoin de lames d'une planitude rigoureuse, et présente d'ailleurs toute espèce d'avantages. Mais j'ai constaté maintes fois que la solidité de la couche sensible est ordinairement très précaire, que cette couche se soulève ou se déchire fréquemment dans le passage à l'hyposulfite, les lavages et surtout le virage à l'or. Je sais bien qu'on a indiqué divers tours de main pour y obvier, mais, pour ma part du moins, je ne les ai pas trouvés d'une efficacité certaine.

» Au contraire, le procédé au formol indiqué, mais d'une façon extrêmement sommaire, par MM. Lumière, ne m'a jamais donné jusqu'ici que

de la satisfaction, depuis que je l'emploie modifié comme il va être dit. En effet, j'ai pu m'assurer, par des essais extrêmement nombreux, que la technique des auteurs, ou celle que l'on trouve dans divers Ouvrages, est bizarrement infidèle, ce qui tient probablement à la nature différente des divers formols que fournit le commerce, ou à leur altération graduelle. Je commence par dire que le mieux, quand on le peut, est de n'opérer que sur des glaces neuves, et de préférence sur les glaces argentées du commerce dont on enlèvera le vernis et la couche d'argent. Sinon, il faut mettre en œuvre tous les procédés de nettoyage connus, et si, malgré cela, le résultat persistait à être défectueux, rejeter un support dont la surface serait irrémédiablement altérée. Voici maintenant la technique que je préconise : en la décrivant très minutieusement, je paraîtrai peut-être trop long et trop méticuleux à certaines personnes, mais je suis convaincu que m'en sauront gré toutes celles — et je les crois nombreuses — qui ne comptent plus leurs insuccès ou leurs demi-succès.

» Faire une solution de nitrate d'argent cristallisé à 1 pour 100 exactement précipitée par l'ammoniaque pure; en mettre dans un verre la quantité jugée nécessaire et verser, au moyen d'un flacon compte-gouttes à l'émeri, dans un autre verre, le nombre *exact* de gouttes de formol commercial (40 pour 100) à déterminer comme ci-dessous. Verser le contenu du premier verre dans le second, reverser de nouveau dans le premier et vider enfin le mélange ainsi bien effectué dans la cuvette où doit se faire l'opération. Comme la réduction se produit très vite, — et il le faut pour la bonne réussite, — on devra faire ces mélanges très rapidement, de façon que la teinte du liquide ne commence à se modifier que lorsque celui-ci est définitivement dans la cuvette. On balancera d'ailleurs celle-ci fortement et continuellement. L'opération ne dure guère plus d'une minute.

» La détermination du nombre de gouttes de formol exige un essai préliminaire à chaque fois : prendre, dans une petite cuvette en porcelaine blanche bien nettoyée et finalement passée à l'ammoniaque ordinaire et rincée à grande eau, une certaine quantité, 15^{cm^3}, par exemple, de liqueur argentifère, et y faire tomber, en balançant continuellement, 7 gouttes de formol (¹); le mélange doit prendre rapidement une teinte rose violacé de plus en plus foncée, et brusquement il apparaît sur les parois du vase un enduit d'abord irrégulier de couleur successivement rosée, violacée, bleue, gris de fer, qui prend enfin l'aspect de l'argent poli en devenant blanc jaunâtre, tandis que le liquide à peu près transparent se recouvre d'une couche de paillettes métalliques qui lui donnent un aspect huileux.

» L'opération est terminée quand le liquide presque incolore se remplit de grumeaux bien visibles. Si la quantité de formol est insuffisante, le liquide devient gris

(¹) Le nombre de gouttes dépend évidemment du compte-gouttes employé. Le poids du flacon que j'emploie diminue de 5^g lorsqu'on laisse tomber 100 gouttes.

boueux; si elle est excessive, les phénomènes précédemment décrits sont plus accélérés, la couche ne devient pas métallique, ou, si elle le devient dans le cas où l'excès serait très faible, elle disparaît sous le moindre frottement du doigt. Au contraire, quand l'opération est réussie et que le rinçage final à grande eau est effectué, le frottement le plus énergique ne l'entame pas, pourvu que la cuvette ait été bien nettoyée, passée à l'ammoniaque, puis rincée, et que le doigt lui-même, pour plus de précautions, ait été mouillé aussi par de l'eau ammoniacale. En se guidant sur ce que je viens de dire, il suffit, après un peu de pratique, de deux essais au plus pour pouvoir ensuite opérer définitivement en toute assurance. La lame de verre à argenter devra toujours avoir été, pendant les passages à l'acide et à l'ammoniaque, frottée, et d'une main énergique, avec une pince portant un tampon de ouate hydrophile imprégné d'abord d'un peu de rouge d'Angleterre. Elle est finalement rincée à grande eau, ainsi que la cuvette qui la contient, en ayant soin de ne pas la manipuler avec les doigts à partir de ce moment, mais de la manœuvrer, si c'est nécessaire, avec une tige de verre.

» La concentration de la solution argentifère ne m'a pas paru influer beaucoup, à partir de 0,5 pour 100, sur la quantité de formol nécessaire, de même que sur l'épaisseur de la couche, qui dépend en grande partie du temps qu'on laisse durer l'opération. Pour le daguerréotype, je conseillerais la concentration de 1 à 2 pour 100.

» J'ajoute, en terminant, que, lorsque l'argenture est réussie, on peut, aussitôt après rinçage à l'eau distillée et séchage, procéder au polissage avec peau de daim et rouge d'Angleterre, polissage destiné à enlever le voile, d'ailleurs très faible, qui recouvre le métal. Celui-ci devient rapidement très dur, qualité très précieuse pour le daguerréotype et qui rend le polissage beaucoup plus facile qu'il ne l'était pour les anciennes plaques de doublé, dont l'argent est au contraire très mou. Il résulte de là que, si l'on voulait enlever l'argent avec une pointe, soit pour écrire, soit pour tracer des traits fins sans écaillures, dans le cas, par exemple, de gravure aux vapeurs d'acide fluorhydrique [1], il faudrait opérer le plus tôt possible après la dessiccation du dépôt. »

CHIMIE. — *Sur la précipitation des chlorures et bromures de cadmium, de mercure et d'étain par l'acide sulfurique.* Note de M. **Georges Viard**, présentée par M. Georges Lemoine. (Extrait.)

« Un excès d'acide sulfurique concentré précipite de leurs solutions les chlorures et bromures de cadmium, de mercure et d'étain (au minimum).

(1) L'argent protège, en effet, le verre de l'attaque des vapeurs et remplace avec avantage, dans la gravure sur verre, la cire habituellement employée.

On ne peut donc pas caractériser ces sels par le réactif que j'ai indiqué précédemment (*Comptes rendus*, 21 juillet 1902) : le mélange de sulfate de cuivre avec SO^4H^2 en grand excès, qui donne, en général, un précipité jaune avec les chlorures, noir avec les bromures, ne fournit que des précipités blancs avec les chlorures et bromures de Cd, Hg et Sn (au minimum).

» *Chlorure de cadmium.* — La précipitation par un grand excès de SO^4H^2 est encore plus sensible pour le chlorure de cadmium que pour celui de cuivre : une solution à $\frac{1}{200}$ donne immédiatement un précipité blanc et une solution à $\frac{1}{500}$ se trouble au bout de quelques minutes.

» Avec un excès suffisant de SO^4H^2, la précipitation du cadmium peut être à peu près complète : en versant 2^{vol} d'acide dans 1^{vol} de chlorure à $\frac{1}{10}$, le liquide filtré sur du coton de verre ne contenait par gramme que $0^{mg},14$ de cadmium, c'est-à-dire moins de $\frac{1}{7000}$.

» Le chlorure de cadmium est attaquable à froid par SO^4H^2, mais moins encore que le chlorure cuivrique. En faisant passer de l'air dans le mélange, cet air entraîne de petites quantités de HCl qui, recueillies dans du nitrate d'argent, font connaître la quantité de $CdCl^2$ qui a été décomposée. L'expérience comparative suivante montre que l'attaque est d'autant plus lente que SO^4H^2 est en moindre excès : on a fait passer le même courant d'air (environ 1 bulle par seconde) pendant 24 heures dans une série de trois mélanges, suivis chacun d'un flacon de AzO^3Ag et contenant respectivement, pour 20^{cm^3} de chlorure de cadmium à $\frac{1}{10}$, 10^{cm^3}, 20^{cm^3} et 40^{cm^3} de SO^4H^2, ce qui correspond, en chiffres ronds, à des teneurs de 46, 64 et 75 pour 100 en SO^4H^2. Les poids de chlorure d'argent recueillis ont été respectivement $14^{mg},5$, $138^{mg},5$ et $425^{mg},5$, correspondant à la décomposition de $\frac{5,5}{1000}$, $\frac{52,8}{1000}$ et $\frac{162,4}{1000}$ du chlorure de cadmium mis en expérience. Ainsi, pour une teneur de 75 pour 100 en SO^4H^2, l'attaque est environ trois fois plus rapide que pour 64 pour 100 et environ trente fois plus rapide que pour 46 pour 100.

» Suivant qu'on précipite à la température ordinaire une solution de chlorure de cadmium par un excès plus ou moins grand de SO^4H^2, on obtient soit le chlorure anhydre, soit le monohydrate ($CdCl^2 + H^2O$). Ils se distinguent nettement au microscope : le chlorure anhydre forme de petits cristaux grenus ; le monohydrate, de fines aiguilles. Ces précipités ont été analysés en y dosant le chlore et le métal. Il n'est guère possible d'avoir des analyses concordant d'une manière parfaite avec les chiffres théoriques pour ces corps très difficiles à débarrasser de la liqueur où ils se sont formés : les plaques poreuses n'absorbent que très lentement ces liquides très chargés d'acide sulfurique. Comme pendant ce temps l'acide attaque peu à peu le chlorure, il faut abréger le contact avec les plaques, et le corps à analyser retient toujours une certaine quantité de liqueur acide ; on en tient compte en dosant SO^4H^2 dans le précipité, après avoir déterminé la composition de la liqueur acide.

» ... Quand l'acide sulfurique n'est pas en assez grand excès pour précipiter du chlorure anhydre, on obtient donc, non pas le sel ordinaire du commerce ($CdCl^2 + 2H^2O$),

mais le monohydrate ($CdCl^2 + H^2O$). Pickering a montré que ce monohydrate se produit en faisant cristalliser à chaud la solution aqueuse. J'ai observé qu'il se produit aussi quand on expose à l'air le dihydrate, qui alors s'effleurit rapidement en devenant du monohydrate. Inversement, du chlorure anhydre abandonné à l'air absorbe de l'eau jusqu'à ce qu'il soit devenu du monohydrate. Enfin, le monohydrate placé dans le vide sec à la température ordinaire se transforme à la longue en chlorure anhydre.

» *Bromure de cadmium.* — Le bromure est, comme le chlorure, précipité de sa solution par un excès de SO^4H^2; d'après les analyses, le précipité consiste toujours en bromure anhydre, tandis que le sel ordinaire est ($CdBr^2 + 4H^2O$). L'acide sulfurique à froid n'attaque pas du tout ce bromure : de l'air passant pendant plusieurs heures dans ce mélange ne donne aucun précipité dans AzO^3Ag....

» La précipitation par SO^4H^2 en excès est un caractère très sensible du bromure de cadmium. Une solution à $\frac{1}{800}$ donne encore un précipité appréciable. Cette grande insolubilité dans une liqueur très chargée de SO^4H^2 permet, comme pour le chlorure, une précipitation presque complète du cadmium.

» Un mélange de 1^{vol} de sulfate de cadmium à $\frac{1}{10}$ avec 10^{vol} de SO^4H^2 constitue donc un réactif relativement sensible des chlorures et des bromures donnant un précipité avec KCl à $\frac{1}{400}$ et KBr à $\frac{1}{500}$; mais, les deux précipités étant blancs, la réaction ne peut servir à distinguer les chlorures des bromures.

» *Chlorure et bromure mercuriques.* — Le chlorure mercurique est précipité de sa solution par un excès de SO^4H^2 et, si cet excès est suffisant, il ne reste que fort peu de mercure en solution : avec 2^{vol} d'acide pour 1^{vol} d'une solution saturée vers 20°, le liquide clair surnageant ne contenait plus par gramme que $1^{mg},03$ de mercure. Quelle que soit la proportion de SO^4H^2, le précipité consiste toujours en chlorure anhydre.

» Le bromure mercurique est aussi précipité de sa solution par un excès de SO^4H^2; le précipité est peu abondant, le bromure mercurique étant très peu soluble dans l'eau froide.

» *Chlorure et bromure stanneux.* — La réaction fournie par un mélange de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique en grand excès est encore en défaut avec les chlorure et bromure stanneux, qui donnent avec ce réactif, au lieu d'un précipité jaune ou noir, des précipités blanc jaunâtre ou blanc violacé, devenant presque aussitôt blancs. C'est que, d'une part, SO^4H^2 précipite les chlorure et bromure stanneux de leurs solutions et que, d'autre part, ceux-ci ramènent à l'état de chlorure ou bromure cuivreux blancs le chlorure ou bromure cuivrique qui avait pu d'abord se former. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la mannite, les azotates et les alcaloïdes des urines normales.* Note de M. S. **Dombrowski**, présentée par M. A. Gautier.

« Dans un précédent Mémoire (1) nous avons exposé une méthode générale qui permet de retirer, des liquides animaux et végétaux les

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 182.

plus complexes, la plupart de leurs composés ternaires et quelques corps basiques qui les accompagnent.

» En appliquant cette méthode aux urines normales de l'homme, nous en avons séparé, entre autres, des azotates, des alcaloïdes divers et de la mannite.

» Azotates. — L'azotate de soude existe dans toutes les urines normales, soit que ce sel se forme directement dans l'organisme, soit qu'il nous vienne de l'alimentation. Nous nous sommes assuré que les azotates n'existaient pas dans les réactifs employés. Autant qu'on peut l'apprécier, on trouve $2^g,5$ à 5^g d'azotate de soude pour 100^l d'urine.

» Les azotates avaient été déjà signalés, mais non dosés dans les urines normales, par Wulffius, Schönbein, Röhmann et d'autres auteurs (1).

» Ptomaïnes des urines normales. — *Cadavérine*. — Elle se trouve dans l'extrait éthéré *αα-a* légèrement alcoolisé avec une autre base qui l'accompagne (2).

» Les chlorhydrates de ces bases cristallisent bien, mais se liquéfient à l'air. Ils sont solubles dans l'alcool éthéré, d'où on les précipite par addition de chlorure de platine. Les chloroplatinates sont très difficilement solubles dans l'eau. Après élimination du chloroplatinate d'ammoniaque, la solution aqueuse, suffisamment concentrée, laisse déposer par refroidissement rapide un chloroplatinate en paillettes rhombiques de couleur jaune clair. Il contient 36,16 pour 100 de platine.

» Les solutions mères retiennent un autre chloroplatinate, qui, après une longue purification, a été obtenu sous forme de petites aiguilles prismatiques d'un jaune rougeâtre. L'analyse des fractions les plus pures de ce chloroplatinate a conduit à la formule $C^5H^{16}Az^2, PtCl^6$. C'est la *cadavérine* de Brieger.

» La présence de la cadavérine dans les urines n'avait été signalée que dans quelques cas de cystinurie (3).

» *Base en* $C^7H^{15}AzO^2$. — Cette base a été extraite par l'alcool, après enlèvement de la cadavérine par l'éther légèrement alcoolisé. Il reste un mélange de deux bases, bouillant vers 140°-150° à la pression ordinaire. Ces bases donnent des chlorhydrates solubles dans l'alcool. Leur solution alcoolique traitée par le chlorure de platine donne un précipité médiocrement soluble dans l'eau froide, qui a été soumis à une cristallisation fractionnée. Il se dépose un chloroplatinate sous forme de cristaux clinorhombiques d'un jaune rouge, groupés en étoiles, contenant 32,57 pour 100 de platine.

» Des eaux mères de ce sel il cristallise un chloroplatinate en aiguilles affectant la forme de feuilles de fougères. Ces cristaux sont assez difficiles à obtenir.

---

(1) Neubauer und Vogel, *Analyse des Harns*, 1898.

(2) Voir *Comptes rendus*. (*Loc. cit.*, p. 184.)

(3) Baumann et Udransky, *Ber. d. d. ch. G.*, t. XXI, 1888, p. 2744-2938. — Stadthagen et Brieger, *Virch. Arch.*, t. CXV, 1889, p. 490. — J. Cammidge et A. Garrod, *Maly's Jahr. f. Thier-Chemie*, t. XXX, 1900, p. 904.

» L'analyse de la fraction la plus pure conduit à la formule

$$(C^7H^{15}AzO^2, HCl)^2PtCl^4.$$

» Cette base possède une composition identique avec celle que E. et H. Salkowski [1] ont trouvée dans les produits de la putréfaction de la chair musculaire et de la fibrine. Elle constitue peut-être un homologue supérieur d'une base en $C^6H^{13}AzO^2$ qui accompagne, d'après Brieger, la cadavérine dans les cadavres abandonnés à une longue putréfaction [2].

» MANNITE DES URINES NORMALES. — La mannite a été signalée par Jaffé [3] dans les urines de chiens nourris avec une grande quantité de pain, surtout *après administration de la morphine.*

» Je l'ai extraite des urines normales de l'homme en quantité approximative de 2^g par 100^l. Elle cristallise en petites aiguilles orthorhombiques incolores. Elle possède une saveur légèrement sucrée et fond entre 164° et 165°. [Température de fusion de la mannite ordinaire : 165° (Favre, Landolt); point de fusion de la *l.*-mannite : 166°; de la *i.*-mannite : 170°.] Elle a toutes les propriétés de la mannite ordinaire.

» Elle n'offre aucune des réactions qui caractérisent les sucres réducteurs ou hydrolysables.

» L'analyse a conduit à la formule $C^6H^{14}O^6$. J'ai trouvé : $C = 39,12$; $H = 7,92$; $O = 52,96$; au lieu de $C = 39,56$; $H = 7,69$; $O = 52,74$ que demande la théorie.

» L'action de la morphine observée par Jaffé semble bien établir que cette mannite se produit directement dans les tissus. »

CHIMIE ANIMALE. — *Essai d'analyse immédiate du tissu nerveux.* Note de M. **N.-Alberto Barbieri**, présentée par M. A. Gautier.

« Si l'on traite le tissu nerveux [phosphore, 1,32 pour 100 de tissu sec [4]] du bœuf de la manière déjà indiquée [5], on a trois groupes de substances bien distinctes, savoir :

» I. L'ensemble des corps solubles dans l'éther (phosphore, 1,22 pour 100);

» II. L'ensemble des corps solubles dans l'eau éthérée (phosphore, 1,40 pour 100);

---

(1) E. et H. SALKOWSKI, *B. d. d. ch. G.*, t. XVI*a*, p. 1192.

(2) A. GAUTIER, *Toxines microbiennes et animales*, p. 136.

(3) *Ber. d. d. ch. G.*, t. XVI*a*, p. 1388.

(4) Tous les dosages de phosphore sont rapportés à la substance bien séchée à l'étuve.

(5) *Comptes rendus*, 5 août 1901.

» III. Le résidu (phosphore, 2,15 pour 100).

» Cette marche ne m'a pas encore permis de séparer les albumines, les hydrates de carbone et les graisses, car les neuroalbumines sont toujours unies à la cérébrine et à l'homocérébrine; les hydrates de carbone, sauf le glycogène, se rencontrent sous la forme toute particulière de cérébrosides, et les graisses sont plus ou moins unies à des principes phosphorés.

» On filtre I et l'on évapore au tiers l'éther. Il se dépose, dans un temps variable, un précipité blanc floconneux que l'on sépare par filtration. Ce précipité, ne contenant pas de cérébrine, est complètement soluble dans le chloroforme et donne 0,56 pour 100 de phosphore.

» L'éther qui reste est ensuite évaporé, et le résidu est traité par un excès d'alcool absolu bouillant qui laisse indissous un corps visqueux très adhérent aux récipients et qui contient 1,71 de phosphore pour 100 (nucléine?). L'alcool, additionné de potasse pure, est complètement évaporé. Le résidu est dissous dans l'eau distillée. Par filtration à la trompe, on sépare la cholestérine insoluble dans l'eau. Cette cholestérine fond à 145°; elle se colore en rouge par l'acide sulfurique.

» Les savons de potasse sont neutralisés par l'acide sulfurique. Les acides gras sont repris par l'alcool qui, évaporé au tiers, dépose, après refroidissement, une deuxième cholestérine qui fond à 138° et cristallise en aiguilles très fines (érythrocholestérine?). Par cristallisation fractionnée, on sépare de l'alcool différents acides gras. Les eaux mères des savons contiennent des acides gras volatils et un corps gras qui appartient probablement à la série acrylique et qui, par son odeur, rappelle la saumure de poisson.

» On filtre l'eau éthérée II et l'on y ajoute 200^{cm^3} par litre de liqueur d'une solution au $\frac{3}{1000}$ d'acide chlorhydrique. Il se forme à froid un précipité blanc floconneux que l'on sépare par filtration. Ce précipité, analogue à la caséine, est lavé à l'alcool et, après avoir été séché dans le vide, est repris par l'alcool absolu bouillant qui lui enlève la cérébrine, l'homocérébrine et les graisses phosphorées (0,79 pour 100 de phosphore). La caséine renferme 0,65 pour 100 de phosphore. On ajoute à la liqueur faiblement chlorhydrique de la potasse pure et l'on sépare un résidu d'alcali-albumine. La liqueur alcaline filtrée (0,92 pour 100 de phosphore) contient en outre des acides gras volatils et des corps basiques.

» Le résidu III est séché à l'étuve et traité par un excès d'alcool absolu bouillant. Il se sépare, par refroidissement, la cérébrine et l'homocérébrine. On réduit l'alcool au tiers et, par refroidissement, il se dépose un corps blanc, granuleux (lécithine et protagon?) qui contient 1,91 pour 100 de phosphore. La séparation des cholestérines et des graisses se fait comme dans l'extrait éthéré.

» Le résidu (phosphore, 1,22 pour 100), complètement épuisé par l'alcool, est traité par une solution d'acide sulfurique au $\frac{5}{1000}$; on fait bouillir pendant 12 heures. On filtre [1], on neutralise par l'eau de baryte, on sépare le sulfate barytique formé et l'on précipite de la liqueur par l'alcool un corps albuminoïde. Enfin, on fait bouillir

---

(1) La liqueur sulfurique renferme 0,62 pour 100 de phosphore.

le résidu avec une solution de soude au $\frac{1}{100}$. On filtre. La liqueur au contact de l'acide acétique, abandonne un corps albuminoïde. Ce qui reste sur le filtre est formé, en grande partie, de kératine (¹). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la ligature de l'extrémité appendiculaire du cæcum chez le* Cercopithecus cephus *Erxl.* Note de M. **Jean Maumus**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une première série de recherches (²), je me suis préoccupé de faire connaître la structure et le mode de fonctionnement des cæcums des Oiseaux. Actuellement, me basant sur mes constatations antérieures, je me propose d'aborder l'étude de l'appendicite expérimentale chez le Singe.

» Plusieurs théories ont été imaginées, dont la plus ingénieuse assurément est celle du vase clos. Pour tous ceux qui acceptent une pareille explication, la cavité appendiculaire peut, à un moment donné, s'oblitérer à un niveau quelconque de son trajet. Dès lors, la partie sous-jacente se trouve transformée en une cavité close où les microbes, exaltant leur virulence, pourront provoquer l'inflammation de l'organe.

» Bien qu'un certain nombre de faits cliniques paraissent légitimer une telle hypothèse, j'ai cru utile, néanmoins, de la soumettre au contrôle de l'expérimentation. Déjà, chez les Oiseaux, j'avais pu pratiquer sans accident la ligature des cæcums, et je dois déclarer que dans aucun cas l'animal ne succombait à la suite d'une pareille opération. Il est vrai que l'organisme met en œuvre un certain nombre de procédés qui assurent sa défense et, chez les Oiseaux, je puis en signaler trois principaux :

» 1° La formation de nombreuses adhérences contractées par les cæcums dans le but d'enkyster la péritonite;

» 2° L'hypertrophie du tissu musculaire;

» 3° L'apparition de nombreux macrophages, dont le rôle a été si bien étudié par le professeur Metchnikoff.

» Ces mêmes moyens de défense s'observent également chez le

(¹) J'ai nourri deux chiens uniquement avec du tissu nerveux frais de bœuf. Ils recevaient en tissu nerveux, chaque jour, comme nourriture exclusive, les $\frac{8}{100}$ de leur poids initial. Au bout de 33 jours, ils avaient perdu environ les $\frac{18}{100}$ de leur poids initial. Cette expérience sera décrite ultérieurement avec soin.

(²) J. Maumus, *Les cæcums des Oiseaux*. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1902.

Singe. En réalité, les Anthropoïdes seuls possèdent un appendice comparable à celui de l'homme; mais déjà, chez les Cercopithèques, cet organe commence à faire son apparition sous la forme d'un prolongement digitiforme terminé en pointe, qui fait suite au cæcum. Mais, en attendant de pouvoir m'occuper des Anthropoïdes, j'ai cru intéressant de faire porter mes recherches sur le Cercopithèque à face bleue du Congo (*Cercopithecus cephus* Erxl.).

» J'ai pu pratiquer avec succès la ligature de l'extrémité appendiculaire chez cet animal. Après une incision longitudinale de 4^{cm} à 5^{cm} sur le flanc droit de l'abdomen, on recherche tout d'abord le cæcum. Cela fait, on débarrasse, par une série de pressions légères, l'extrémité appendiculaire des matières résiduelles qui s'y trouvent et on l'isole du cæcum au moyen d'une ligature au fil de soie, ce qui détermine une cavité close. On suture ensuite en bloc, on pose un pansement sec, et, pour mettre l'animal dans l'impossibilité de l'enlever, j'ai eu recours à un appareil plâtré.

» Pendant les deux jours qui ont suivi l'opération, l'animal est abattu; mais, vers le sixième jour, les forces reviennent et l'animal semble complètement guéri, présentant désormais tous les signes extérieurs de la santé.

» Il était toutefois intéressant d'examiner les phénomènes qui avaient pu se produire dans la région ligaturée. Aussi, au bout de 22 jours, l'animal est sacrifié, et, à l'autopsie, je constate que le feuillet pariétal du péritoine est absolument sain. Quant à la portion ligaturée, elle m'a permis de faire une série d'observations que j'avais pu déjà signaler chez les Oiseaux et qui montrent par quels moyens variés l'organisme prépare sa défense.

» Je remarque tout d'abord que le cæcum et surtout son extrémité appendiculaire ont contracté des adhérences avec les anses intestinales voisines. Ces tissus de néoformation mettront les régions en contact avec l'organe ligaturé, à l'abri de toute poussée inflammatoire et enkysteront la péritonite si celle-ci vient à se déclarer.

» C'est également à un procédé de défense que je crois pouvoir attribuer l'hypertrophie du tissu musculaire. L'examen histologique de pièces prélevées au-dessus de la ligature et dans la région inférieure à celle-ci m'a permis d'observer que cette hypertrophie tient surtout aux fibres circulaires qui ont envahi presque complètement la sous-muqueuse. En comparant l'épaisseur du tissu musculaire au-dessus et au-dessous de la ligature, on trouve habituellement, en faveur de cette dernière région, le rapport de 10 à 6. C'est encore là une barrière opposée aux toxines microbiennes.

» Une autre constatation intéressante à signaler résulte de l'examen de certains éléments cellulaires qu'on n'observe que dans la portion ligaturée. Ce qui frappe au premier abord, c'est la présence de leucocytes parmi lesquels il y a une très forte prédominance de cellules à noyaux polymorphes. Ces éléments, déjà abondants dans la tunique musculaire, atteignent une densité beaucoup plus accusée dans la muqueuse, et les capillaires qui arrosent cette couche en renferment un nombre considérable.

» Mais le fait qui a tout spécialement retenu mon attention est l'apparition de nombreux macrophages qui ont envahi tous les tissus, depuis la séreuse jusqu'aux couches les plus internes. Leur répartition semble même avoir un certain rapport

avec celle des vaisseaux sanguins. Dans tous les cas, ils sont toujours environnés de leucocytes à noyaux polymorphes. Suivant les points envisagés, la muqueuse présente une série d'altérations aboutissant finalement à la disparition de sa structure normale et j'ai pu constater que cet ensemble de modifications paraissait être en rapport avec le nombre et la constitution des macrophages : ceux-ci augmentant en même temps que les lésions des tissus environnants sont plus accusées.

» Les macrophages ont un cytoplasma irrégulier, globuleux, ne dépassant guère en longueur 15^{μ} à 17^{μ}. Le noyau, unique dans la plupart des cas, est toujours pauvre en chromatine.

» Les plus gros, qui peuvent atteindre et même dépasser 20^{μ}, sont formés de masses granuleuses qui se fragmentent. Leur noyau est encore plus pauvre en chromatine que dans les formes précédemment décrites et, parfois même, ce dernier élément est invisible. Les macrophages ainsi constitués sont plongés dans du tissu de sclérose qui semble tendre à se substituer à eux. J'ai pu également observer les macrophages dans leurs divers procédés de défense de l'organisme. Occupés à détruire les bactéries qui le menacent et les cellules qui peuvent leur donner asile, ils m'ont permis de suivre dans mes coupes les phases diverses de leur activité. Certains commencent à englober de leurs pseudopodes les microbes pathogènes et les cellules dont il faut débarrasser l'organisme; d'autres, au contraire, se présentent aux derniers stades de la phagocytose.

» Ces faits ne s'observent que dans la portion ligaturée et c'est vainement qu'on en chercherait la moindre trace dans la région qui précède la ligature.

» De l'ensemble de mes expériences sur les Oiseaux et sur le Singe, il résulte que la ligature d'une portion de l'appendice, bien que déterminant un vase clos, n'a pas nécessairement une issue mortelle. La guérison est obtenue par les processus de défense que je viens de faire connaître. »

ZOOLOGIE. — *La sécrétion interne du testicule chez l'embryon et chez l'adulte.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Bouvier.

« Comme suite à nos travaux sur la spermatogenèse du Moineau, nous avons été amené à entreprendre une nouvelle série de recherches sur la sécrétion interne du testicule, qui n'est connue jusqu'ici que par ses effets sur l'organisme adulte. Nous avons étudié sept types d'Oiseaux : Moineau, Serin, Combasson (*Hypochœra nitens*), Fondi (*Fondia madagascariensis*), Canard, Colin de Californie et Poulet, et quatre types de Mammifères : Cobaye, Chien, Chat, Chauve-Souris; les testicules ont été traités, pendant 8 jours au moins, par un fixatif fortement osmiqué : liquide de Flemming, d'Hermann ou d'Altman, par exemple; les coupes ont été montées dans de la glycérine gélatinée. Voici le résumé des résultats que nous avons

obtenus, en prenant comme exemple un type d'Oiseau et plus spécialement le Fondi et le Moineau.

» Chez l'embryon, la même sécrétion, que l'on retrouve dans le testicule de l'adulte, se montre déjà dans l'épithélium germinatif (¹). Elle se présente sous la forme de sphérules noires, contenues dans le corps cellulaire d'un très grand nombre des cellules qui composent l'épithélium. Ces sphérules ne sont pas formées uniquement de graisse, car, quand on les traite par l'éther, elles laissent à leur place une sphérule grisâtre qui disparaît elle-même au bout de quelque temps dans le baume.

» Plus tard, quand la partie interne de l'épithélium germinatif s'organise en glande sexuelle, dite *indifférente,* nous voyons ces sphérules augmenter de nombre, mais rester toujours isolées; on les trouve dans le protoplasma des petites cellules épithéliales (*cellules germinatives*), mais surtout dans les gros éléments appelés *ovules primordiaux*. (Peut-être y a-t-il déjà des différences sexuelles dans ces organes; en effet, nous n'avons pas toujours retrouvé les sphérules noires dans tous les embryons que nous avons observés.)

» La glande sexuelle embryonnaire évolue bientôt suivant le type mâle ou le type femelle. Dans le premier cas, que nous avons seul en vue, la plus grande partie de ses éléments forme des cordons cellulaires pleins, les futurs tubes séminipares; les autres restent pour former les éléments conjonctifs et les cellules interstitielles. Pendant une partie de la vie fœtale, le testicule ainsi constitué élabore les mêmes sphérules de graisse dans l'intérieur des tubes séminipares, de même que dans les cellules interstitielles, mais, pour ces dernières, beaucoup moins abondamment chez les Oiseaux que chez les Mammifères.

» Après avoir présenté un maximum, cette sécrétion va en diminuant de plus en plus, ou change de caractère, en approchant de la naissance. Pendant le jeune âge qui suit cette époque (par exemple, chez un Passereau de notre pays, pendant le premier été et l'hiver suivant), le testicule présente toujours la même structure de glande interne, mais nous n'avons plus trouvé d'élaborations graisseuses à son intérieur. Ceci s'explique si, comme nous le pensons, la sécrétion embryonnaire avait pour rôle d'activer le développement en excitant le métabolisme cellulaire de l'embryon. C'est en effet ce rôle que nous observons quand cette sécrétion réapparaît, au début de la période des amours, sous la même forme de sphérules noires et dans les mêmes éléments cellulaires. Mais, alors que les cellules germinatives continuent à élaborer, les ovules primordiaux se divisent activement pour édifier le large épithélium stratifié qui tapisse l'intérieur des tubes séminipares, pendant la durée de la spermatogenèse. C'est sans aucun doute le produit de ces élaborations du testicule qui vont amener les changements bien connus de l'organisme mâle à cette époque, car on observe une concordance absolue entre l'abondance des sphérules noires dans les cellules germinatives et l'apparition de la parure de noces chez le Fondi, par exemple.

» Pendant le temps que dure la spermatogenèse, les cellules germinatives, placées

(¹) Voir les figures données dans nos Communications faites à la Société de Biologie (*Comptes rendus*, nos 26 et 27, juillet 1902).

à la base de l'épithélium séminifère, gardent leur caractère d'élément sécrétoire. Elles l'exagèrent même encore à cette époque et acquièrent alors périodiquement des dimensions et une forme spéciale que l'on décrit sous le nom de *cellule de Sertoli*. Chez les Mammifères, ces cellules germinatives hypertrophiées continuent à élaborer encore de la graisse, en même temps que les cellules interstitielles; chez les Oiseaux, au contraire, du moins chez le Moineau, nous n'avons plus trouvé de graisse pendant l'été. Nous avons vu, par contre, dans les cellules de Sertoli, une autre substance se présentant encore sous la forme de sphérules isolées, les unes se colorant en noir par l'hématoxyline au fer, les autres se colorant en bleu par le ferrocyanure de potassium ([1]).

» A l'automne, chez les Oiseaux, le testicule rentre dans une période de repos. La sécrétion morphologique de la spermatogenèse cesse alors complètement; l'épithélium spécial du printemps disparaît et les tubes séminipares reprennent la forme de cordons cellulaires pleins. Au contraire, la sécrétion chimique continue à se faire dans les cellules germinatives, mais avec beaucoup moins d'abondance et en montrant de nouveau la propriété de réduire l'acide osmique.

» En résumé, le testicule présente deux fonctions sécrétoires distinctes : *a*, une sécrétion chimique, qui est primordiale et se fait par le mode interne; *b*, une sécrétion morphologique qui est secondaire et se fait par le mode externe ([2]).

» Par sa sécrétion interne, le testicule est un grand destructeur de graisse. Ainsi s'expliquent certains faits d'observation bien connus : maigreur plus grande chez le mâle que chez la femelle, exagération de cette maigreur chez le mâle à l'époque de l'amour, engraissement et inertie relative des mâles castrés. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les kinases microbiennes. Leur action sur le pouvoir digestif du suc pancréatique vis-à-vis de l'albumine.* Note de M. C. Delezenne, présentée par M. Roux.

« On sait depuis longtemps que certaines espèces microbiennes, et spécialement celles qui sont anaérobies, sont capables d'attaquer lentement les matières albuminoïdes coagulées et de leur faire subir des transformations plus ou moins analogues à celles qui se produisent sous l'influence de

---

([1]) Voir notre Mémoire au *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1902, p. 112-177, avec 4 planches et 10 figures.

([2]) Pour ce qui concerne les rapports existant entre ces deux fonctions, voir, dans notre Mémoire du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, le rôle que nous attribuons à la cellule de Sertoli.

la digestion tryptique. A côté des microbes, d'ailleurs en nombre assez restreint, qui digèrent plus ou moins énergiquement l'albumine, on en a trouvé d'autres qui attaquent nettement la gélatine, parfois même la caséine, mais qui sont incapables, dans les meilleures conditions d'expérience, de faire subir une transformation appréciable à l'ovalbumine coagulée. Les essais qui ont été tentés de divers côtés pour isoler les diastases des uns et des autres ont permis d'obtenir, en s'adressant aux cultures filtrées, des produits solubles liquéfiant la gélatine, mais ils n'ont jamais permis de mettre en évidence, d'une façon indubitable, même lorsqu'on s'adressait aux anaérobies, des ferments capables d'agir comme la pepsine ou la trypsine sur l'ovalbumine coagulée.

» Quoi qu'il en soit, le seul fait que certains microbes sont capables de digérer lentement l'albumine a mis depuis longtemps les physiologistes en garde contre l'ingérence des infiniment petits dans les recherches faites sur l'action protéolytique des différents sucs digestifs.

» Quelques-uns cependant considéraient ces précautions comme inutiles pour les expériences de courte durée par le fait que les microorganismes, même les plus actifs, mettent toujours un temps relativement long à digérer l'albumine.

» En reprenant l'étude de cette question à propos de nos recherches sur l'action protéolytique du suc pancréatique, nous nous sommes assuré qu'il est absolument indispensable, pour apprécier l'action digestive propre de cette sécrétion, de se mettre dans tous les cas rigoureusement à l'abri des microorganismes. Si quelques-uns de ces derniers sont capables de fausser les résultats en intervenant directement à un moment donné, beaucoup d'autres qui ne possèdent pas de pouvoir digestif propre vis-à-vis de l'albumine entrent cependant indirectement en jeu grâce à leur action kinasique.

» On peut mettre ce fait en évidence par les expériences suivantes:

» Chez un chien muni d'une fistule pancréatique permanente on pratique le cathétérisme du canal de Wirsung en prenant toutes les précautions pour obtenir un suc aseptique. On peut y arriver en lavant soigneusement l'orifice du canal à l'eau bouillie, en introduisant une canule stérile mise en relation avec un récipient également stérilisé et en perdant les premiers centimètres cubes qui s'écoulent. Malgré ces précautions, il arrive très souvent que le suc renferme encore quelques microorganismes venus du canal; l'addition de toluol suffit d'ordinaire à en empêcher le développement, mais il est préférable, si l'on veut avoir la certitude d'opérer dans des conditions rigoureusement aseptiques, de filtrer le suc pancréatique sur bougie, aussitôt qu'il est recueilli. La bougie Berkefeld, qui a l'avantage de ne pas retenir les diastases, donne à cet égard les meilleurs résultats.

» Comme nous l'avons montré précédemment avec M. Frouin [1], les sucs de fistule permanente recueillis par cathétérisme du canal de Wirsung ne possèdent pas de pouvoir digestif propre vis-à-vis de l'albumine, mais il suffit, pour leur conférer ce pou-

---

[1] *Comptes rendus*, 23 juin 1902.

voir, de les additionner d'une faible quantité de suc intestinal. On obtient généralement le même résultat en les laissant se cultiver spontanément ou en les ensemençant avec des espèces microbiennes déterminées. L'activité de ces sucs ne doit pas être rapportée cependant aux microbes eux-mêmes, puisque les cultures faites parallèlement dans d'autres milieux se montrent toujours incapables d'attaquer dans le même temps un cube d'albumine identique à celui que l'on a introduit dans le suc pancréatique.

» D'autre part, tandis que les produits filtrés des cultures sur bouillon ou sur peptone n'agissent en aucune façon sur l'albumine, quels que soient le temps de la digestion et la dose de filtrat employé, le suc pancréatique dans lequel les mêmes microbes se sont développés montre, après filtration sur bougie, un pouvoir protéolytique des plus manifestes.

» Ces faits tendaient à démontrer que les microbes sécrètent des ferments solubles ayant les mêmes propriétés que l'entérokinase et pouvant conférer à des sucs pancréatiques tout à fait inactifs une action digestive évidente vis-à-vis de l'albumine.

» Pour résoudre cette question, je me suis adressé tout d'abord soit à des microbes isolés de sucs pancréatiques qui s'étaient spontanément cultivés, soit à des espèces banales dont les filtrats ne manifestaient aucune action sur l'ovalbumine coagulée. Pour que les expériences puissent être répétées avec facilité, je ne m'occuperai ici que de ces derniers et je prendrai comme type le *bacillus subtilis*. Ces microbes étaient ensemencés abondamment sur du bouillon peptoné à 2 pour 100 réparti en couche très mince dans des boîtes de Roux. Après 48 heures à 3 jours d'étuve, les cultures étaient filtrées sur papier, puis sur bougie Berkefeld. Ces filtrats, qui, soit dit en passant, liquéfient assez facilement la gélatine, se montrent toujours impuissants à attaquer l'ovalbumine coagulée. Même après 5 et 6 jours d'étuve, on n'observe aucune trace de digestion. Ajoutés à des sucs pancréatiques inactifs (sucs de fistule permanente; sucs de sécrétine), les mêmes filtrats leur confèrent la propriété de digérer très rapidement l'albumine; chauffés à 100° pendant 10 minutes, ils perdent cette propriété.

» L'activité des filtrats était loin d'être toujours la même, mais, en règle générale, il suffisait, avec le *subtilis*, d'ajouter à 1^{cm^3} de suc pancréatique de $0^{cm^3},2$ à 1^{cm^3} de filtrat pour obtenir la digestion complète d'un cube d'albumine de $0^g,50$ en l'espace de 24 heures à 48 heures.

» J'ai obtenu des résultats à peu près identiques en essayant les produits solubles du *bacillus mesentericus vulgatus*, du vibrion de Finkler-Prior, d'un des microbes peptonisants de Flügge (n° 7), de plusieurs bacilles ou micrococques isolés de sucs pancréatiques qui s'étaient spontanément cultivés. J'ajouterai que quelques espèces pathogènes m'ont fourni des toxines ayant la même action, mais c'est là un point sur lequel je me réserve de revenir.

» Certains microorganismes sont donc capables de sécréter des diastases ayant les mêmes propriétés que l'entérokinase. Ce sont ces diastases qui interviennent pour conférer un pouvoir protéolytique aux sucs pancréatiques primitivement inactifs et qu'on laisse se cultiver spontanément.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai que le venin des

serpents qui, à tant d'égards, mérite d'être rapproché des produits solubles sécrétés par les microbes possède, lui aussi, une action kinasique des plus manifestes. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Nature parasitaire* (Oospora) *de certaines dégénérescences calcaires, de quelques tumeurs inflammatoires et de lésions spéciales du squelette.* Note de MM. **A. Charrin** et **G. Delamare**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans le tissu cellulaire de la région cervicale antérieure d'un lapin, normal à d'autres égards, nous avons rencontré un parasite dont l'étude, à divers points de vue, nous a paru intéressante.

» Ce parasite vivait d'une vie en quelque sorte latente dans les parois solides assez épaisses d'une tumeur kystique contenant, dans un liquide clair, quelques hydatides; il se présentait sous la forme de grains sphériques ou ovoïdes associés à des filaments, grains et filaments reproduits dans des cultures ensemencées avec des parcelles de cette tumeur.

» Il est, en effet, facile d'obtenir, dans les milieux usuels, la pullulation de cet organisme. Dans le bouillon, par exemple, il se développe sous l'aspect de flocons plus ou moins volumineux, laissant entre eux un liquide transparent; sous l'huile, ce développement est discret. Sur l'agar, il forme une couche grisâtre, sèche, qui ne tarde pas à se recouvrir d'une poussière blanche; si on le place dans les conditions habituellement mises en œuvre pour réaliser la fructification des champignons, des conidies prennent rapidement naissance, etc. En définitive, l'ensemble des caractères de morphologie, de culture, etc., permet d'affirmer qu'on est en présence d'une variété d'*Oospora*, d'une espèce vraisemblablement nouvelle, voisine de l'*Oospora Guignardi*, mais en différant un peu par la formation [1].

» En dehors de ce champignon, dans les parois conjonctives du kyste dont nous avons pratiqué l'ablation, on décelait des éléments à couches concentriques, de consistance ferme, dégageant CO^2 au contact de l'acide acétique, éléments en somme identiques aux calco-sphérites du professeur Henneguy. D'autre part, si l'on cultive ce végétal sur de la gélose additionnée de carbonate de chaux, on obtient un égal dégagement de CO^2, principalement en faisant agir l'acide sur le végétal lui-même plutôt que

(1) M. le professeur Radais a bien voulu étudier en détail l'histoire naturelle de ce parasite. Nous nous bornons, au point de vue botanique, à quelques indications, car nous envisageons surtout le rôle de ce champignon en Médecine expérimentale.

sur cette gélose. Il semble donc que, *in vitro* aussi bien que dans les tissus, cet organisme, en présence de ces matériaux calcaires, provoque la formation de carbonate de chaux. Par suite, en rapprochant ces diverses constatations, on est peut-être en droit de penser que certains dépôts, que certaines dégénérescences calcaires opérées dans nos organes sont sous la dépendance de ce champignon. Cette donnée acquiert quelque importance quand on se souvient que plusieurs autres végétaux analogues, dont différentes espèces se rencontrent dans l'économie humaine où cette chaux ne manque jamais, jouissent de cette propriété d'action sur ces composés calciques.

» La virulence des cultures de ce parasite s'est, en général, révélée nulle ou faible. Introduit par toutes les portes d'entrée, notre *Oospora* n'a habituellement occasionné aucun désordre appréciable et a disparu grâce aux procédés usuels de la défense. Toutefois, en affaiblissant, en préparant le terrain, spécialement en injectant de minimes quantités d'une solution d'acides (¹), quantités impuissantes à agir seules, nous avons vu se développer des lésions assez disparates.

» Assez souvent, le mal s'est limité à des réactions inflammatoires, ulcératives ou suppurées, uniquement localisées aux points d'inoculation. Dans un cas, cependant, nous avons enregistré l'évolution d'une pleurésie et d'une péricardite purulentes, caractérisées par l'abondance et le volume des fausses membranes; mais il est juste de mentionner que, dans ces exsudats, existait une véritable symbiose, constituée dans l'espèce par l'association d'un staphylocoque.

» Chez quelques animaux, particulièrement au niveau des pavillons auriculaires des lapins, se sont formées des séries de nodules sous-cutanés, fréquemment abscédés; la structure de ces productions, que leur aspect aurait à la rigueur pu faire prendre pour des tumeurs, était, du reste, de nature purement inflammatoire.

» Les altérations les plus intéressantes que ce parasite nous a permis de réaliser sont assurément celles qui ont porté sur le squelette. Nous avons, en effet, obtenu différentes modifications, en particulier des nodosités costales rappelant de loin le chapelet thoracique du rachitisme; or, ces nodosités renfermaient l'*Oospora* mis en évidence par les cultures.

» De l'ensemble de ces constatations on est autorisé à conclure que des parasites de l'ordre de ce champignon sont capables de jouer un rôle dans

---

(¹) 1g d'acides oxalique, lactique, acétique dans 200^{cm^3} d'eau; injections répétées, sous la peau, de 1^{cm^3} à 2^{cm^3}.

la production de certaines dégénérescences calcaires ([1]), dans l'évolution de quelques néoplasies inflammatoires, comme aussi dans la genèse de dystrophies osseuses spéciales.

» Pour obtenir ces dystrophies, la préparation du terrain a paru indispensable. Aussi est-on en droit de se demander s'il faut les classer dans le groupe des maladies humorales et, dans l'espèce, des dyscrasies acides, ou, au contraire, dans la catégorie des processus réputés infectieux. En définitive, on s'aperçoit une fois de plus combien sont souvent complexes les conditions nécessaires à la réalisation d'une affection déterminée et combien parfois il est malaisé, quand l'évolution de cette affection est avancée, de préciser quel a été au fond son point de départ, quelle est en réalité sa nature, sa véritable essence, cellulaire, humorale ou parasitaire ([2]). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Étude comparée de l'hématolyse par les venins chez le chien et le lapin.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« J'ai montré précédemment ([3]) que, si l'on mélange du sang au venin de vipère, les globules rouges du chien sont plus facilement détruits que ceux

([1]) Bien entendu, cette pathogénie n'exclut pas l'intervention, suivant les circonstances, de mécanismes multiples.

([2]) Ces questions sont d'autant plus intéressantes que les modifications de terrain effectuées dans nos expériences peuvent, au besoin, être l'œuvre des cellules d'un organisme troublé dans sa nutrition ou son fonctionnement; l'acidification des plasmas ou, mieux, la diminution de leur alcalinité relèvent, suivant les cas, soit de nos éléments anatomiques isolés, soit des bactéries agissant aussi séparément, soit encore de ces éléments et de ces bactéries intervenant de concert.

Cette variété d'agents pathogènes aussi bien que ces dyscrasies acides jouent, d'ailleurs, un rôle dans différents processus portant sur le squelette, en particulier dans l'ostéomalacie. Si, en effet, cette affection dépend fréquemment des anomalies nutritives ou fonctionnelles de nos propres cellules (ostéomalacie de la grossesse, etc.), des recherches encore inachevées de Charrin et Moussu tendent à montrer que, chez certains animaux (cachexie osseuse du porc, de la chèvre, etc.), ce mal est de nature parasitaire; en dehors de l'épidémicité et de la contagiosité, du reste, complexes, partiellement peut-être de cause alimentaire, ces auteurs ont établi son inoculabilité à l'aide de la moelle osseuse et isolé des germes dont les cultures ont déjà fourni quelques curieux résultats.

([3]) *Soc. de Biol.*, juillet 1902.

du lapin. A quoi faut-il attribuer cette différence ? Est-ce à une variation de la résistance propre de ces éléments ou à la composition chimique du milieu dans lequel ils baignent? Ces deux facteurs interviennent dans le phénomène, mais le second beaucoup plus que le premier; c'est ce que la présente Note a pour but de démontrer.

» On sait, depuis les recherches de Flexner et Noguchi, de Calmette, que les globules de chien, lavés à plusieurs reprises, peuvent être mélangés à une solution de venin sans subir la moindre hématolyse, mais dès que l'on ajoute une goutte de sérum de chien, normal ou chauffé à 58°-60°, la dissolution des globules s'opère en 10 à 15 minutes. J'ai constaté qu'avec le sérum de lapin la dissolution est moins rapide; les résultats varient suivant que le sérum a été chauffé ou non chauffé. Dans le premier cas, l'hématolyse se fait progressivement; elle est complète en 1 heure, avant que les globules aient eu le temps de se déposer, tandis que dans le deuxième cas les globules se déposent, et c'est à peine si, au bout de 2 heures, ils commencent à être attaqués. Il existe donc dans le sérum de lapin une substance antihémolytique qui est détruite par le chauffage.

» Cette antihémolysine naturelle est une des causes qui empêchent la dissolution des globules de lapin lavés, quand on ajoute du sérum de lapin non chauffé au mélange de ces globules et de venin. Cependant, quand on supprime cette antihémolysine par le chauffage, le sérum ne devient pas plus hémolytique pour les globules de lapin. Il n'en est pas de même si l'on emploie du sérum de chien. Celui-ci, après un ou plusieurs chauffages à 58°, possède la propriété de dissoudre les globules de lapin. Il faut en conclure qu'il contient un principe sensibilisateur plus actif que celui du lapin.

» Ces faits corroborent ceux que M. Calmette a découverts; ils montrent, en outre, que c'est à la proportion relative d'antihémolysine et de sensibilisatrice dans le sérum qu'il faut attribuer le rôle le plus important dans l'action hématolytique des venins.

» Toutefois, la résistance propre des globules intervient aussi dans le phénomène. Les globules de lapin sont plus résistants que ceux de chien. L'expérience suivante le démontre directement.

» Dans deux tubes contenant, le premier une émulsion de globules de lapin, le second une émulsion de globules de chien dans le venin de vipère, on ajoute la même quantité de sérum de lapin chauffé; or, tandis que les globules de chien sont dissous en 1 heure 30 minutes environ, les globules de lapin résistent et se déposent au fond du tube. C'est à peine si, au bout de 15 à 20 heures, on observe une légère hémolyse.

» J'ai répété toutes ces expériences avec le venin de cobra et j'ai constaté les mêmes phénomènes, avec cette différence que l'hématolyse est beaucoup plus rapide; avec le sérum de chien, elle est presque instantanée. Et cependant, quand on mélange du sang de chien avec le venin de

cobra, les globules se dissolvent et le sang se coagule en 15 ou 20 secondes, alors qu'il reste incoagulable avec le venin de vipère. Le seul fait de la dissolution des globules rouges ne suffit donc pas à expliquer une si grande variation de coagulabilité. Il y a autre chose. En effet, tandis qu'après l'action du venin de cobra sur le sang, ou sur les globules de chien, l'hémoglobine ne paraît pas sensiblement modifiée, au moins pendant plusieurs heures, avec le venin de vipère, elle se transforme très rapidement en méthémoglobine. Quelle est donc, dans le venin de vipère, la substance dont l'action semble si comparable à celle d'un ferment? Serait-ce l'échidnase? L'expérience justifie cette hypothèse.

» Après qu'on a détruit ce ferment par un chauffage à 80° ou à 100°, le venin de vipère se comporte comme le venin de cobra : il coagule le sang et dissout les globules lavés sans modifier sensiblement l'hémoglobine. L'échidnase agit donc comme un ferment oxydant pour transformer l'hémoglobine en méthémoglobine, et, de fait, elle donne avec la teinture de gaïac la réaction des oxydases, qu'on n'obtient pas avec le venin de cobra.

» En résumé, le venin de vipère produit des effets inverses sur la coagulabilité du sang suivant qu'il est inoculé au chien ou au lapin, et cette différence tient à une variation physiologique de l'espèce. Chez le lapin, les globules rouges sont plus résistants que les globules blancs, et le sérum contient en excès une antihémolysine très active. Les globules rouges du chien sont moins résistants que les globules blancs et plus fragiles que ceux du lapin. Dans le sérum du chien, c'est la sensibilisatrice qui prédomine. Enfin, c'est à l'action oxydante de l'échidnase qu'est due la transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur une nouvelle forme de la sensibilité tactile : la trichesthésie*. Note de MM. **N. Vaschide** et **P. Rousseau**.

« Les présentes recherches ont eu pour objet de déterminer : 1° *Si la sensibilité tactile d'une région précise de la peau est en fonction du nombre des poils comptés dans cette région ;* 2° *s'il existe ou non une sensibilité périphérique spéciale à la base de chaque poil.*

» On provoquait à la surface de la peau des excitations (méthode Toulouse-Vaschide) en faisant porter sur un point déterminé, souvent à la loupe, des aiguilles dont le poids variait entre $\frac{8}{10}$ de gramme et $0^{g},005$. Les sujets, les yeux bandés, tournant le dos à l'opérateur, devaient

répondre par *oui* lorsque l'excitation donnait naissance à une sensation; pour éviter la fatigue de l'attention, et une sorte d'autosuggestion, un intervalle de 8 à 10 secondes séparait chaque excitation. Chaque région de la peau était divisée en carrés de 1^{cm}; le sujet se reposait après une série d'expériences portant sur quatre carrés. Le membre étudié était maintenu rigoureusement immobile. Les recherches ont été faites à deux ans de distance, par deux observateurs différents; elles ont porté sur dix sujets femmes et sur deux hommes, âgés en moyenne de 24 à 30 ans; on étudia tour à tour les membres inférieurs et les membres supérieurs.

» Nous relatons ici surtout les expériences méthodiques, qui confirment d'ailleurs pleinement nos anciennes observations.

» I. *a. En diverses régions et sur des sujets différents, la sensibilité tactile varie-t-elle avec le nombre de poils?* — Nous avons été amenés à conclure en faveur de l'existence d'une sensibilité tactile étroitement liée à l'existence du système pileux. Nous avions pris comme région pilifère le dos de la main et nous avons circonscrit la surface étudiée à un carré de 4^{cm} de côté; la surface à peu près imberbe était la face inférieure du poignet, à 2^{cm} de la naissance de la main. La sensibilité d'une région pilifère semble nettement distincte de la sensibilité tactile générale de cette même région.

» *b. Pour un même sujet et pour une même région, cette sensibilité est-elle constante?* — Cette sensibilité existe; mais, en raison des conditions très délicates de l'expérience, sa constance ne s'exprime pas par des nombres absolus, mais par des moyennes dont la formule précise serait une série de fractions ayant pour dénominateur le nombre des excitations et pour numérateur le nombre des sensations : sujet L., 18 juin, $\frac{5}{6}$; 7 juillet, $\frac{4}{9}$; etc.

» II. Pour déterminer la sensibilité périphérique à la base d'un poil, à la loupe, la méthode employée était la suivante : une, deux ou trois excitations étaient faites à la base d'un poil; puis une série d'excitations périphériques qui s'éloignaient graduellement en cercles concentriques, à une distance de $0^{mm},5$, puis de 1^{mm}, de 2^{mm}, etc. Voici un exemple : Sujet M. H... (face supérieure du poignet à 4^{cm} de la main).

		Sensibilité à la base du poil.		Sensibilité à la périphérie de la base du poil.	
Aiguille.	Carré.	Nombre d'excitations.	Nombre de sensations.	Nombre d'excitations.	Nombre de sensations.
0,003	V	2	2	9	4
0,005	VI	2	2	9	3
0,005	VI	2	1	8	2

» Il existe donc une sensibilité très vive à la base même de chaque poil; la sensibilité périphérique est infiniment moindre et diminue à mesure qu'on s'éloigne de la base du poil choisi.

» Réserves faites d'une distraction possible du sujet, nos recherches semblent indiquer que cette sensibilité à la base des poils est constante pour une région donnée et un même sujet.

» Il résulte de nos expériences qu'on peut affirmer l'existence d'une sensibilité tactile spéciale intimement liée à l'existence du système pileux, et que nous proposons d'appeler *sensibilité trichesthésique* (θρίξ = poil et αἴσθησις = sensibilité). Cette sensibilité est bien distincte de la sensibilité tactile régionale et parfois en rapport inverse relatif avec celle-ci. Cette sensibilité est constante et nous l'avons retrouvée à peu près la même chez les mêmes sujets, à plusieurs mois d'intervalle. Ajoutons encore que les conditions météorologiques semblent avoir une grande influence sur l'état de cette sensibilité; l'état hygrométrique de l'atmosphère la modifie particulièrement. Il en est de même pour les conditions physiques et surtout mentales du sujet; à ce point de vue, les observations cliniques sur les troubles du système pileux se trouvent confirmées par nos recherches; le cas publié par le Dr V.-P. Ossipow est extrêmement instructif. Cet auteur (1) parle, dans son travail, d'une sensibilité tactile *sui generis* et cite des travaux de W. v. Bechterew (2) et de Ossipow et K. Noiszewski, qui ont signalé également cette sensibilité. Il semble tout indiqué qu'il faut accuser une innervation spéciale des poils, dont l'existence est confirmée encore par l'étude de la sensibilité des poils eux-mêmes. »

VITICULTURE. — *Sur la possibilité de combattre par un même traitement liquide le mildew et l'oïdium de la Vigne.* Note de M. **J.-M. Guillon**, présentée par M. Bouvier.

« L'application des bouillies cupriques pour combattre le mildew (*Plasmopara viticola*) et celle du soufre pour lutter contre l'oïdium (*Erysiphe Tuckeri*) constituent deux opérations différentes qui nécessitent de grands frais de main-d'œuvre. J'ai cherché à mélanger le soufre aux principales bouillies cupriques, de façon à combattre les deux maladies avec un même traitement liquide et à diminuer les frais de culture tout en rendant le soufre adhérent.

---

(1) V.-P. Ossipow, *Ein Fall von angeberenem partiellen Haarmangel in Beziehung zur Haarempfindlichkeit* (*Neurologisches Centrablatt*, 1901, p. 655-657).

(2) Von Bechterew, *Das elecktrische Trichästesinneter und die sog. Haarempfindlichkeit des Körpers* (*Neurologisches Centralblatt*, 1898, p. 1032-1035).

» D'une façon générale, si l'on jette du soufre (sublimé ou trituré) dans une bouillie bordelaise ou bourguignonne, il reste à la surface et ne se mélange pas ; il faut, pour faire mouiller le soufre, opérer de la façon suivante :

» A. *Bouillie bordelaise.* — La bouillie bordelaise se prépare comme d'habitude; seulement la chaux est préalablement malaxée avec le soufre avant d'être versée dans la dissolution de sulfate de cuivre. 2^{kg} de chaux peuvent se mélanger à 10^{kg} et plus de soufre (3^{kg} suffisent). La bouillie bordelaise soufrée, expérimentée par les méthodes que nous avons indiquées ([1]), n'est pas modifiée dans son adhérence.

» La bouillie bordelaise soufrée est un peu moins adhérente lorsqu'on lui ajoute 0,25 pour 100 de colophane ou 1 pour 100 de mélasse. Une addition de 0,3 pour 100 de gélatine modifie peu les choses.

» B. *Bouillie bourguignonne.* — On procède à sa préparation comme pour la bouillie bordelaise : le soufre est mélangé au carbonate de soude. Seulement le soufre n'est pas entièrement mouillé : en ajoutant $0^{g},25$ de colophane ([2]) le mélange se fait mieux.

» La présence du soufre ne modifie pas l'adhérence de la bouillie bourguignonne et ne l'empêche pas de s'altérer avec le temps.

» C. *Verdet.* — Le verdet sec est broyé et mélangé parfaitement au soufre, puis on ajoute par petites portions et en agitant constamment la quantité d'eau nécessaire. Le soufre ne modifie pas non plus l'adhérence du verdet.

» D. *Bouillies diverses.* — Les bouillies au carbonate d'ammoniaque et au carbonate de potasse n'ont pas l'adhérence modifiée par la présence du soufre, mais ce dernier n'est pas complètement mouillé. Il en est de même de l'eau céleste. Le soufre peut se mélanger au savon en prenant les précautions indiquées précédemment.

» Il résulte des recherches auxquelles je me suis livré que le soufre est simplement mélangé et n'entre pas en combinaison avec le cuivre, à la condition toutefois de pratiquer les pulvérisations immédiatement après la préparation des bouillies.

» Les expériences faites dans la région des Charentes, et qui peuvent être renouvelées dans les autres vignobles, ont démontré l'efficacité pratique des bouillies soufrées bien préparées pour combattre à la fois le mildew et l'oïdium. »

([1]) J.-M. Guillon et Gouirand, *Sur l'adhérence des bouillies cupriques* (*Comptes rendus*, 25 juillet 1898 et 12 septembre 1898).

([2]) J. Perraud, *L'adhérence des bouillies cupriques sur les fruits* (*Comptes rendus*, 1898).

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur un procédé de concentration des vins*. Note de MM. **Baudoin** et **Schribaux**, présentée par M. A. Müntz.

« L'un des auteurs de la présente Note, qui exploitait un grand vignoble en Algérie, recevait en 1890 une demande de vins dosant 22 pour 100 d'alcool. Dans l'impossibilité de produire des vins d'une aussi grande richesse, et ne voulant pas recourir au vinage, il a pensé qu'il serait peut-être possible d'enlever, d'une façon pratique, une proportion plus ou moins forte de l'eau contenue dans le vin de ses récoltes. C'est la solution industrielle de ce problème, étudié en commun depuis 1892, que nous soumettons à l'Académie ([1]).

» Deux méthodes s'offraient à nous : la méthode de concentration par le froid, la méthode de concentration par la chaleur.

» I. La méthode de concentration par congélation, très anciennement connue et pratiquée couramment en Bourgogne, est celle que nous avons d'abord étudiée; elle ne nous a pas donné satisfaction : la glace, éliminée par un turbinage ou par une compression très énergique, renferme de 0°,5 à 1°,5 d'alcool, ainsi qu'une certaine quantité de matières colorantes; de plus, le vin, fortement remonté en alcool, se dépouille assez rapidement et prend, au bout de quelques mois, la teinte jaune caractéristique des vins usés.

» II. Le second procédé, celui auquel nous nous sommes arrêtés, consiste à distiller le vin dans le vide à basse température; une réfrigération méthodique divise les produits volatils en deux parties : la première renferme, avec une certaine quantité d'eau, dont on peut faire varier la proportion à volonté, la totalité de l'alcool, les bouquets et les autres matières utiles à conserver; elle est retenue et mélangée aux matières fixes; la seconde partie, qui renferme l'eau, est éliminée. Cette eau possède toujours une réaction acide; elle entraîne avec elle de l'acide acétique en quantité assez grande pour que, du fait seul de son élimination, les vins piqués subissent une amélioration marquée ([2]).

» La dégustation de spécialistes et l'analyse chimique d'échantillons

([1]) Notre premier brevet remonte au 27 avril 1894.

([2]) M. le Dr Garrigou a, de son côté, préconisé la concentration des vins par la distillation dans le vide (*Le vin concentré*, Paris, 1901).

préparés au laboratoire nous ayant démontré que la concentration du vin, par évaporation d'une partie de son eau, n'en altérait pas les qualités, nous avons alors étudié et construit un appareil industriel, à marche continue, où le vin reste pendant quelques secondes seulement en contact avec les surfaces chauffées.

» Un grand nombre de vins rouges et de vins blancs ont été traités dans cet appareil. Les résultats ont toujours été satisfaisants. Les analyses ont été exécutées par M. X. Roques; nous en rapporterons une seulement, relative à un vin d'Aramon du midi de la France.

	Vin naturel.	Vin concentré.	Rapport de la concentration.
Alcool	9°,3	17,1	1,84
Extrait sec à 100°	16,80	28,09	1,67
Extrait dans le vide	22,00	37,80	1,72
Sucre réducteur	1,38	2,62	1,90
Tartre (dosage direct)	2,08	1,11	0,53
Cendres totales	2,64	3,16	1,20
Cendres insolubles dans l'eau	0,54	1,04	1,92
Alcalinité des cendres en carbonate de potasse	0,81	0,64	0,79
Chlorure de sodium	0,06	0,11	1,83
Sulfate de potasse	0,91	1,65	1,81
Acidité en SO^4H^2 totale	4,26	6,31	1,48
Acidité en SO^4H^2 fixe	3,14	5,35	1,70
Acidité en SO^4H^2 volatile	1,12	0,96	0,85
Coloration	1,00	1,85	1,84

» Ces chiffres montrent que l'alcool, le sucre, le chlorure de sodium, le sulfate de potasse et la matière colorante du vin naturel se retrouvent intégralement dans le vin concentré. On constate, au contraire, que l'extrait et l'acidité volatile diminuent. La diminution de l'extrait porte sur le tartre, comme en témoignent les chiffres relatifs à cette dernière substance, aux acides fixes, aux cendres totales et à leur alcalinité.

» L'analyse microscopique de ce vin concentré n'y décèle rien d'anormal. Elle montre dans le dépôt une grande quantité de cristaux du tartre qui s'est précipité par suite de le'nrichissement du liquide en alcool.

» Enfin, un dégustateur de profession l'a caractérisé ainsi : « Vin rouge, droit de » goût, bien fruité, Espagne ».

» De son côté, M. Mathieu, directeur de la Station œnologique de Beaune, a examiné et suivi très attentivement deux vins de Beaune, concentrés dans l'appareil que nous avons fait construire. Voici en quels termes s'exprime M. Mathieu au sujet de ces produits :

» Le vin concentré n'a présenté d'autre goût anormal qu'un très léger goût de cuit

» qui a totalement disparu quelques mois après, et spontanément. Le bouquet du vin » ne nous a pas paru avoir crû avec la concentration. L'expérience faite sur ces deux » vins, ajoute-t-il, manifeste que le procédé employé concentre le vin sans le déna- » turer. »

» En résumé, ces vins concentrés sont sensiblement ce qu'auraient pu être les vins naturels, si la vigne avait végété dans des conditions lui permettant d'absorber moins d'eau. Ces vins naturels, plus riches en alcool et en couleur, auraient aussi renfermé moins de tartre.

» La méthode de concentration que nous venons d'indiquer, appliquée aux vins faibles en alcool et pauvres en couleur, en corrigera les défauts et en assurera la conservation; avec des vins plus riches, elle permettra d'obtenir de très bons vins de coupage, susceptibles de remplacer les vins étrangers employés à cet usage. »

ANTHROPOLOGIE. — *Les figurations préhistoriques de la grotte de La Mouthe (Dordogne).* Note de M. **Émile Rivière.**

« A l'occasion de la Communication récente de MM. Breuil et Capitan, et la présentation de peintures paléolithiques provenant de la grotte de Font-de-Gaume (Dordogne) parues dans les *Comptes rendus,* je tiens à faire remarquer que les figurations que, depuis 1895, j'ai mises successivement à découvert sur les parois de la grotte de La Mouthe (Dordogne), grotte située à une faible distance de la précédente, n'offrent qu'une vague ressemblance avec celles de Font-de-Gaume, quoiqu'elles soient les premières connues, ou tout au moins signalées en France comme présentant des traces de peinture préhistorique, alors même qu'elles représentent les mêmes animaux.

» Tandis que, à Font-de-Gaume, il s'agirait de véritables fresques, à La Mouthe ce sont exclusivement ou à peu près exclusivement des gravures au trait, gravures plus ou moins profondes comme les deux que je reproduis ici (*fig.* 1 et 2), ou des gravures plus superficielles obtenues par une sorte de raclage ou de striage de la roche. Deux d'entre ces gravures seulement, du moins à la distance de 130^{m} de l'entrée de la grotte à laquelle mes fouilles sont parvenues sur 228^{m}, présentent quelques traces de peinture, comme j'ai eu soin de le spécifier dans mes précédentes Communications.

» En effet, l'un de ces dessins représente un Ruminant, assez difficile à déterminer en toute certitude, malgré sa forte proéminence dorso-cervicale quelque peu analogue à celle d'un Bison, la tête de l'animal faisant défaut ou étant tellement fruste qu'elle est à peine visible.

» Mais qu'il s'agisse du *Bos priscus* ou plutôt, peut-être, d'une Antilope, il est à remarquer que : 1° la ligne des membres postérieurs seule est

Fig. 1. — Renne.



coloriée en rouge brun noirâtre, notamment au niveau des articulations et des sabots; 2° le flanc gauche de l'animal est marqué de dix taches de même couleur brun noirâtre s'étendant sur la même ligne de l'épaule à la partie supérieure de la cuisse.

» L'autre dessin figure une sorte de hutte (c'est la seule habitation de l'homme primitif connue jusqu'à présent), non pas gravée par un simple trait en dessinant les contours comme les nombreux animaux représentés

sur les parois de La Mouthe, mais par une sorte de raclage de la roche dont une partie des stries ont été passées à l'ocre mélangée ou non de manganèse (l'analyse chimique n'en a pas encore été faite), plus superficiellement que sur la figuration précédente, de sorte que la coloration est beaucoup moins accentuée et de façon à former une série de bandes à peu près parallèles et alternativement claires et foncées.

Fig. 2. — Équidé.

» J'ajoute que cette hutte, représentée de trois quarts, est précédée d'une sorte de dessin géométrique (trois chevrons gravés en avant et au niveau du sommet de la hutte) colorié aussi en brun noirâtre.

» Quant à la contemporanéité ou la non-contemporanéité des gravures de La Mouthe et des peintures de Font-de-Gaume, je ne saurais me pro-

noncer, ne connaissant cette grotte que de nom et ses peintures que par les reproductions parues dans les *Comptes rendus*. Tout ce que je peux dire et répéter, comme l'ayant annoncé dans le principe, c'est que les figurations de La Mouthe sont absolument paléolithiques (magdaléniennes) et de l'époque quaternaire, géologiquement parlant. L'artiste préhistorique qui les grava était le contemporain du Renne et du Mammouth dont on retrouve l'image (du premier surtout admirablement dessinée) sur les parois de la grotte de La Mouthe. »

M. **Archambault** adresse une Note sur un projet d'appareil de sûreté, contre les tamponnements des trains de chemins de fer.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 21 juillet 1902.)

Note de M. *A. Gautier,* Existence, dans l'albumen de l'œuf d'oiseau, d'une substance fibrinogène, pouvant se transformer, *in vitro,* en membranes pseudo-organisées :

Page 135, ligne 9, *au lieu de* $C = 32,90$, *lisez* $C = 52,90$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOUT 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Réflexion et réfraction par un corps transparent animé d'une translation rapide : ondes réfléchies et réfractées ; amplitude des vibrations.* Note de M. J. **Boussinesq**.

« I. Si, pour abréger (¹), on appelle ω_x, ω_y, ω_z les binomes différentiels

$$(7) \qquad \frac{d\eta}{dz} - \frac{d\zeta}{dy}, \quad \frac{d\zeta}{dx} - \frac{d\xi}{dz}, \quad \frac{d\xi}{dy} - \frac{d\eta}{dx},$$

c'est-à-dire les *rotations moyennes* de l'éther (au facteur près $-\frac{1}{2}$), les seconds membres des équations (6) du mouvement reviendront identiquement, comme on sait, à

$$(8) \qquad \frac{d\omega_z}{dy} - \frac{d\omega_y}{dz}, \quad \frac{d\omega_x}{dz} - \frac{d\omega_z}{dx}, \quad \frac{d\omega_y}{dx} - \frac{d\omega_x}{dy};$$

et ces expressions égaleront les premiers membres, fonctions linéaires des accélérations $\frac{d^2(\xi, \eta, \zeta)}{dt^2}$ et des produits des petits facteurs constants V_x, V_y, V_z par les dérivées respectives en x, y, z des vitesses $\frac{d(\xi, \eta, \zeta)}{dt}$.

» Cela posé, admettons qu'on ait pris pour plan des yz le feuillet moyen de la *couche de transition* séparant deux milieux homogènes; de sorte que, pour les valeurs de x voisines de zéro, l'indice N varie très vite avec x et puisse y rendre très grands non pas les déplacements ξ, η, ζ, ni

---

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 220.

leurs dérivées en t, y ou z, ni non plus, par suite, ω_x, mais certaines dérivées en x de ces diverses quantités. Dans les deuxième et troisième équations du mouvement, celles où figureront les deux dernières expressions (8), il sera admissible, du moins à une première approximation, que les termes en $V_x \frac{d^2(\eta, \zeta)}{dx\,dt}$ n'atteignent pas de très fortes valeurs, la petitesse du facteur V_x y compensant, au besoin, la grandeur de la dérivée en x qui y constitue l'autre facteur, s'il arrivait que ce facteur devînt considérable; et alors ces deux équations, résolues respectivement par rapport à $\frac{d(\omega_z, \omega_y)}{dx}$, assigneront visiblement, à ces deux dérivées en x de ω_z et ω_y, des expressions de valeur modérée.

» C'est dire que ω_z, ω_y varient graduellement *à la traversée de la couche de transition*, ou y restent sensiblement constants et finis. Or les deux dernières expressions (7), qui sont celles de ω_y, ω_z, montrent qu'alors les deux dérivées $\frac{d(\zeta, \eta)}{dx}$ sont aussi de grandeur modérée, et que, par suite, *les déplacements tangentiels* η, ζ *ont, comme les rotations moyennes* ω_y, ω_z, *même valeur, très sensiblement, dans les deux milieux contigus,* de part et d'autre de leur surface séparative.

» Les deux dérivées de η, ζ en x sont donc finies; et les deux termes en V_x signalés ci-dessus restent ici négligeables, même à une approximation plus élevée que la première : ce qui assure la vérification des quatre précédentes conditions, spéciales à la surface séparative, conditions dites *définies, nécessaires* et *suffisantes* pour déterminer les problèmes. En effet, la relation $\theta = 0$ de transversalité, impliquée, dans chacun des deux milieux contigus, en partie par la forme des équations indéfinies et en partie par la nature du mouvement (ou propagé d'ailleurs ou périodique), rend un des trois déplacements ξ, η, ζ, solidaire des autres; et elle réduit à *quatre, seules essentielles,* les *six* conditions définies qui, sans cela, seraient indispensables [1].

---

[1] On démontre, du reste, assez facilement, par la considération de l'énergie potentielle de l'éther, exprimable au moyen des trois variables ω_x, ω_y, ω_z (dont la première est égale, comme les autres, sur les deux faces de la couche de transition, η et ζ l'étant), que l'égalité des déplacements tangentiels et des rotations moyennes, de part et d'autre des surfaces séparatives, suffit bien, avec les équations indéfinies propres aux milieux homogènes contigus, pour déterminer la suite des mouvements vibratoires, à partir d'un état initial donné.

» Ainsi se déduisent très simplement, des équations indéfinies elles-mêmes [1], les *conditions de continuité* spéciales, en optique, à toute surface séparative, conditions dont les unes avaient été posées par Fresnel, les autres entrevues et admises par Cauchy, mais que M. Henri Poincaré a nettement établies, dans son Cours de 1888 *Sur la théorie mathématique de la lumière* (p. 339).

» II. Prenons maintenant pour origine le point où le rayon incident perce la couche de transition; pour axe des x la normale menée, dans le second milieu, à la surface séparative; enfin, pour axe des y, la projection, sur cette surface, de la normale aux ondes planes incidentes, tirée également de l'origine vers le second milieu; et appelons, dans le plan des xy, ι, ρ les deux angles aigus faits, avec les x positifs, par cette normale aux ondes incidentes et par la normale analogue aux ondes planes réfractées, ι' l'angle, aigu aussi, fait avec les x négatifs par la normale aux ondes réfléchies. Les vibrations étant transversales dans les deux milieux, si l'on désigne par ω, ω', ω_1 les vitesses de propagation respectives de ces ondes planes (vitesses estimées suivant les normales correspondantes), et que l'on pose, pour abréger,

$$(9)\qquad (l, m) = \frac{(\cos\iota, \sin\iota)}{\omega} \qquad (\lambda, m) = \frac{(\cos\iota', \sin\iota')}{\omega'}, \qquad (l_1, m) = \frac{(\cos\rho, \sin\rho)}{\omega_1},$$

on pourra prendre, comme pour deux milieux transparents en repos : 1° dans le rayon incident,

$$(10)\qquad \begin{cases} \zeta = f(t - lx - my), \\ \xi = -m\omega\,F(t - lx - my), \\ \eta = l\omega\,F(t - lx - my), \end{cases}$$

formules où f et F seront deux fonctions arbitraires, exprimant les déplacements successifs apportés par les ondes incidentes suivant les deux azimuts principaux; 2° dans le rayon réfléchi, des déplacements corrélatifs ζ', ξ', η', ayant comme expressions

$$(11)\qquad \begin{cases} \zeta' = P f(t + \lambda x - my), \\ \xi' = Q m\omega' F(t + \lambda x - my), \\ \eta' = Q\lambda\omega' F(t + \lambda x - my); \end{cases}$$

---

[1] Comme M. Potier en avait eu le premier l'idée, en l'appliquant dès 1872, et grâce à l'épaisseur (un peu comparable aux longueurs d'onde) des couches de transition.

3° enfin, dans le rayon réfracté, des déplacements ζ, ξ, η de la forme

$$(12)\qquad \begin{cases} \zeta_1 = P_1 f(t - l_1 x - my), \\ \xi_1 = -Q_1 m\omega_1 F(t - l_1 x - my), \\ \eta_1 = Q_1 l_1 \omega_1 F(t - l_1 x - my). \end{cases}$$

En effet, les deux déplacements tangentiels, $\zeta + \zeta'$ et $\eta + \eta'$ d'une part, ζ_1 et η_1 d'autre part, à égaler respectivement pour $x = 0$, n'auront aucun autre facteur variable que le facteur alors commun $f(t - my)$ ou $F(t - my)$; et, de même, les doubles rotations moyennes, $\frac{d.\zeta + \zeta'}{dx}$ et $\frac{d.\xi + \xi'}{dy} - \frac{d.\eta + \eta'}{dx}$ d'une part, $\frac{d\zeta_1}{dx}$ et $\frac{d\xi_1}{dy} - \frac{d\eta_1}{dx}$ d'autre part, à égaler encore pour $x = 0$, n'auront alors de variable que leur facteur commun $f'(t - my)$ ou $F'(t - my)$. Par suite, les quatre conditions de continuité, réduites à deux systèmes séparés d'équations du premier degré en P et P_1, Q et Q_1, seront bien vérifiables.

» III. Mais il aura fallu prendre égales, dans (9), les trois valeurs de m, ou poser la *proportion* ordinaire des *sinus*,

$$(13)\qquad \frac{\sin i}{\omega} = \frac{\sin i'}{\omega'} = \frac{\sin \rho}{\omega_1},$$

entre les trois sinus des angles faits, avec la normale Ox à la surface séparative, par les perpendiculaires ω, ω', ω_1 abaissées de l'origine sur les trois ondes planes incidente, réfléchie, réfractée, considérées une unité de temps après leur passage à l'origine, et ces perpendiculaires elles-mêmes. Or, les trois ondes planes en question sont tangentes aux deux ondes courbes fictives, ici sphériques, censées nées dans les deux milieux, à l'origine O, lors de ce commun passage des ondes planes en O; et l'égalité des rapports (13) exprime que ces trois plans tangents ont *trace commune* sur le plan $x = 0$ de la surface séparative.

» En d'autres termes, la construction d'Huygens s'applique (étant donné le rayon incident) à la détermination de l'onde incidente tangente, puis des deux ondes tant réfléchie que réfractée et, par suite, à celle des rayons réfléchi et réfracté, aboutissant aux points de contact respectifs des ondes planes correspondantes avec les deux ondes courbes. Seulement, ces rayons, issus de l'origine et non des centres des ondes courbes, feront, avec les normales aux ondes planes correspondantes, qui partent des centres mêmes, de petits angles, constituant justement l'*aberration* des rayons.

» IV. Les quatre équations de condition donnent immédiatement

$$(14)\qquad \begin{cases} 1 + \mathrm{P} = \mathrm{P}_1, \qquad l - \lambda \mathrm{P} = l_1 \mathrm{P}_1, \\ \text{et} \\ l\omega + \lambda\omega' \mathrm{Q} = l_1 \omega_1 \mathrm{Q}_1, \qquad \dfrac{1}{\omega} - \dfrac{\mathrm{Q}}{\omega'} = \dfrac{\mathrm{Q}_1}{\omega_1}. \end{cases}$$

Il en résulte

$$(15)\qquad \begin{cases} \mathrm{P} = \dfrac{l - l_1}{\lambda + l_1}, \qquad \mathrm{P}_1 = \dfrac{\lambda + l}{\lambda + l_1}, \\ \text{et} \\ \mathrm{Q} = \dfrac{\omega'}{\omega} \dfrac{l_1 \omega_1^2 - l\omega^2}{l_1 \omega_1^2 + \lambda\omega'^2}, \qquad \mathrm{Q}_1 = \dfrac{\omega_1}{\omega} \dfrac{\lambda\omega'^2 + l\omega^2}{\lambda\omega'^2 + l_1\omega_1^2}, \end{cases}$$

ou bien, par la substitution, à l, λ, l_1, de $\frac{\cos\iota}{\omega}$, $\frac{\cos\iota'}{\omega'}$, $\frac{\cos\rho}{\omega_1}$, puis à ω, ω', ω_1, des quantités proportionnelles $\sin\iota$, $\sin\iota'$, $\sin\rho$, et, enfin, par la réduction à 1, dans Q_1, du facteur $\cos(\iota' - \iota)$, sauf erreur négligeable de l'ordre de $(\iota' - \iota)^2$:

$$(16)\qquad \begin{cases} \mathrm{P} = \dfrac{\sin\iota' \sin(\rho - \iota)}{\sin\iota \sin(\rho + \iota')}, \qquad \mathrm{P}_1 = \dfrac{\sin\rho \sin(\iota' + \iota)}{\sin\iota \sin(\iota' + \rho)}; \\ \mathrm{Q} = \dfrac{\sin\iota' \sin(\rho - \iota) \cos(\rho + \iota)}{\sin\iota \sin(\rho + \iota') \cos(\rho - \iota')} = \mathrm{P} \dfrac{\cos(\rho + \iota)}{\cos(\rho - \iota')}, \\ \mathrm{Q}_1 = \dfrac{\sin\rho \sin(\iota' + \iota) \cos(\iota' - \iota)}{\sin\iota \sin(\iota' + \rho) \cos(\iota' - \rho)} = \dfrac{\mathrm{P}_1}{\cos(\iota' - \rho)}. \end{cases}$$

» V. Par exemple, si la vibration incidente est rectiligne et fait, dans le plan de l'onde, un angle α avec l'axe des z, trace de l'onde sur la surface séparative, ses deux composantes dans les deux azimuts principaux respectifs seront entre elles comme $\cos\alpha$, $\sin\alpha$; et les deux composantes analogues du rayon réfracté seront entre elles, par l'introduction des facteurs correspondants d'amplitude P_1, Q_1, comme $\mathrm{P}_1 \cos\alpha$, $\mathrm{Q}_1 \sin\alpha$. Par suite, l'azimut α_1 de polarisation du rayon réfracté aura pour tangente $\frac{\mathrm{Q}_1}{\mathrm{P}_1} \operatorname{tang}\alpha$; et l'on aura, pour le calculer, la formule extrêmement simple

$$(17)\qquad \frac{\cot\alpha_1}{\cot\alpha} = \frac{\mathrm{P}_1}{\mathrm{Q}_1} = \cos(\iota' - \rho). \text{ »}$$

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Demonstration expérimentale de la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles insolées.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy.**

« Quand, dans les cours de Physiologie végétale, on veut montrer que les feuilles éclairées émettent de l'oxygène par décomposition de l'acide carbonique, on a généralement recours à la méthode imaginée par Cloëz et Gratiolet, il y a plus d'un demi-siècle. Cette méthode, utilisée par Boussingault dans les mémorables recherches où il a démontré que le volume d'oxygène dégagé est égal à celui de l'acide carbonique disparu, consiste à immerger les feuilles dans une solution faible d'acide carbonique qui remplit complètement un flacon de 1^l ou 2^l muni d'un bouchon portant un tube abducteur.

» Quand on emploie des plantes submergées, l'*Elodea Canadensis*, le *Potamogeton Crispus,* le *Ceratophyllum submersum,* on réussit bien; mais quand on introduit dans l'eau carbonique des feuilles aériennes, l'expérience manque souvent; en outre, immerger des organes aériens, pour les voir accomplir leur principale fonction, n'est pas satisfaisant pour l'esprit, et nous avons résolu de disposer cette expérience dans l'air.

» Ici se présente cette difficulté que les feuilles plongées dans une atmosphère très chargée d'acide carbonique le réduisent difficilement; il fallait imaginer une méthode qui permît d'ajouter peu à peu, à l'atmosphère l'acide carbonique à décomposer.

» Après quelques essais infructueux, nous nous sommes arrêtés au procédé suivant :

» On place les rameaux feuillus sur lesquels on opère dans une cloche à gaz de 150^{cm^3} à 200^{cm^3}, qu'on retourne sur une dissolution saturée d'acide carbonique; en penchant cette cloche on en fait sortir la plus grande partie de l'air, on n'en laisse qu'une cinquantaine de centimètres cubes; la cloche est alors placée dans un grand vase à précipité rempli de la dissolution d'acide carbonique; on immerge complètement de façon à éviter l'échauffement de l'atmosphère pendant l'exposition au soleil.

» Si l'on a pris la précaution de marquer par un trait sur la cloche le point où s'arrête la dissolution intérieure, on ne tarde pas à voir le volume du gaz augmenter. Si l'on trouve que cette augmentation est lente, on agite le liquide de la cloche, de façon à favoriser le dégagement de l'acide carbonique. Celui-ci est décomposé par les feuilles, remplacé par de l'oxygène qui, étant peu soluble dans l'eau, augmente sans cesse le volume du gaz.

» Quand il a doublé, on sort la cloche et, en la retournant, on rallume facilement une allumette ou une paille ne présentant qu'un point en ignition.

» Voici la teneur en oxygène de quelques-unes des atmosphères obtenues en employant cette méthode.

Richesse en oxygène d'atmosphères dans lesquelles ont séjourné différentes feuilles exposées au soleil.

Matricaire	42	d'oxygène dans 100 de gaz.
Menthe	43	»
Asperula odorata	45	»
Blé	48	»
Pyrethrum inodorum	53	»
Campanula pyramidalis	57	»

» L'opération est très facile à conduire, et elle présente cet avantage que l'augmentation de volume du gaz montre les progrès de la décomposition; on ne met fin à l'expérience que lorsque cette augmentation est suffisante pour qu'on soit certain de rallumer une allumette, ce qui exige au moins $\frac{40}{100}$ d'oxygène.

» On a cru, à diverses reprises, et récemment encore, que la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles était accompagnée du dégagement de gaz combustibles, oxyde de carbone, hydrogène, hydrogènes carbonés; nous n'avons jamais pu constater ces dégagements; en opérant régulièrement avec l'excellent eudiomètre de M. Schlœsing, on trouve que le volume d'oxygène dégagé est rigoureusement égal à celui de l'acide carbonique disparu, et, en faisant détoner les gaz provenant de la décomposition, avec du gaz de la pile, on ne constate aucune diminution de volume. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les périthèces du* Rosellinia necatrix. Note de M. Ed. Prillieux.

« Le champignon parasite qui cause le plus souvent la pourriture des racines des arbres fruitiers et des vignes a été très bien étudié par Rob. Hartig, qui a fait connaître non seulement ses organes de végétation, les filaments mycéliens qui envahissent les racines et les tuent, mais des organes de reproduction qui apparaissent à la surface des plantes mortes, sur lesquelles le parasite continue de vivre en saprophyte. Ce sont des

faisceaux de filaments dressés qui se ramifient au sommet en branches conidifères. Rob. Hartig a donné au champignon ainsi caractérisé le nom de *Dematophora necatrix*.

» On sait que, pour un champignon donné, à des formes conidiennes peuvent correspondre d'autres formes de fructification et particulièrement des fruits contenant des asques. Pour le *Dematophora necatrix*, Rob. Hartig n'a pu, malgré de longues recherches, trouver de fruits ascophores, mais il a fait cette profonde remarque que le *Dematophora necatrix* ressemble, tant par ses conidies et leur mode de développement sur les filaments fructifères que par l'organisation de ses cordons mycéliens, au *Rosellinia quercina*, à tel point qu'il y a lieu de supposer qu'il n'est rien autre chose que la forme conidienne d'un champignon appartenant au même genre *Rosellinia* ou à un genre voisin.

» Plusieurs années après la publication du beau Mémoire de Rob. Hartig, Viala observa pour la première fois, sur des racines de cerisier et des souches de vigne tuées par le pourridié, les périthèces du *Dematophora necatrix*. Il fit, du pourridié et de l'histoire complète du *Dematophora necatrix*, le sujet d'un important travail dans lequel il étudia en détail et figura ces périthèces, dont la structure ne lui parut pas justifier la supposition de Rob. Hartig. Il les décrit comme des conceptacles entièrement clos et indéhiscents, comparables à ceux des Tubéracées; mais reconnaissant, d'autre part, que le *Dematophora necatrix* s'écarte par divers caractères, et notamment par ses fructifications conidiennes, des Tubéracées, qui n'en présentent jamais, il a proposé de considérer le *Dematophora necatrix* comme le type d'une famille spéciale, celle des Dématophorées, intermédiaire aux Tubéracées et aux Sphériacées.

» Depuis la publication du Mémoire de Viala, il n'a été possible à aucun observateur de voir des périthèces de *Dematophora necatrix;* toutefois, Berlèse, en étudiant le *Rosellinia aquila*, a été frappé de la grande analogie de structure que présentent les périthèces des *Rosellinia* et ceux du *Dematophora*, d'après les dessins mêmes et les descriptions de Viala.

» Depuis plusieurs années, j'ai tenu, dans des conditions d'humidité convenables, dans le jardin de la Station de Pathologie végétale, des racines d'arbres fruitiers divers tués par le *Dematophora necatrix*. Elles se sont, à maintes reprises, couvertes de fructifications conidiennes; enfin, j'ai vu s'y développer des périthèces. La première apparition de ces périthèces se produisit en 1898 sur un arbre mort au commencement de

juin 1896 dans le potager de Versailles. Je n'ai pu les observer jusqu'à complète maturité, mais il s'en est produit une poussée nouvelle en 1902, que j'ai pu étudier à loisir.

» Comme l'a observé Viala, ces périthèces sortent de la croûte stromatique qui a déjà porté des conidiophores; ils se forment dans le feutrage des filaments mycéliens bruns qui couvrent les racines mortes depuis longtemps. Ils se montrent nombreux, pressés les uns contre les autres, entourés des débris des arbres conidiophores. Ils ont environ $1^{mm},5$ de diamètre ou un peu plus; ils sont globuleux, un peu déprimés à leur sommet avec une papille saillante. Ils sont d'un gris brunâtre; la papille est noire et entourée d'une auréole noirâtre. Quand le périthèce est mûr, vers le milieu de juillet, on voit souvent, au-dessus de la papille, une petite masse globuleuse noire constituée par l'agglomération des spores qui sont expulsées hors du périthèce sous forme d'une masse pâteuse. Parfois, j'ai vu, sur des périthèces placés dans un milieu extrêmement humide, apparaître une grosse goutte de mucilage contenant les spores. Le périthèce mûr se fendille très aisément; j'ai vu des périthèces, portant à l'extrémité de leur papille un bouton de spores noires, se briser spontanément en se desséchant au sortir d'un milieu très humide. Souvent, on voit apparaître, dans ces conditions, de grandes fentes partageant la coque dure du périthèce. J'ai vainement cherché à m'assurer de l'existence d'une ostiole régulière au sommet de la papille. J'ai parfois vu l'ouverture par où est sortie la petite masse de spores formant un trou sensiblement rond auprès et non au sommet de la papille primitive : c'est une ouverture en forme de fente. Je pense que l'orifice servant à l'expulsion des spores est produit par de petites crevasses qui se forment aisément dans le tissu de la papille.

» Au-dessous de la couche externe dure et friable du périthèce se trouve une couche tendre blanchâtre, bordée, du côté de l'intérieur du fruit, par une membrane d'une couleur jaunâtre qui se sépare aisément au moment de la maturité de la coque dure et forme un sac qui n'adhère fortement à la paroi que par son extrémité supérieure. La membrane de ce sac est tapissée extérieurement par un hyménium qui porte dans la cavité du périthèce de très longues et très fines paraphyses, au milieu desquelles naissent les asques, disposés comme elles en rayonnant vers le centre du fruit. Quand la coque externe se brise, en se crevassant à la maturité, elle montre une surface intérieure blanche et lisse et laisse à découvert le sac jaunâtre qui contient les files de spores noires dans une masse mucilagineuse.

» Les paraphyses sont des filaments simples, grêles, hyalins, très longs, que Viala a décrits comme des filaments mycéliens constituant un pseudoparenchyme qui remplit la cavité du fruit.

» Les asques naissent entre ces paraphyses en direction rayonnante; ils sont filiformes, allongés, cylindriques, mais amincis par leur partie inférieure en un pédicelle qui a à peu près le même diamètre que les paraphyses. Ils ont de 365^{μ} à 380^{μ} de long sur $8^{\mu},5$ à 9^{μ} de large. Dans les asques se produisent les spores, au nombre de 8, en forme de fuseau non exactement symétrique, un peu arquées, à extrémités très aiguës. Mûres, elles ont de 43^{μ} à $47^{\mu},5$ de long sur 7^{μ} de large. Elles restent assez longtemps incolores et montrent à leur intérieur des gouttelettes réfringentes; en mûrissant, elles deviennent noires et opaques. Elles sont disposées dans l'asque obliquement en

une seule série. La première spore de la série n'occupe pas la partie terminale de l'asque, dont le sommet présente une disposition très singulière qui a été étudiée et figurée dans le *Rosellinia quercina* par Rob. Hartig et dans le *Rosellinia aquila* par Berlèse. Viala l'a certainement vue dans le *Dematophora necatrix*, mais il a cru que l'asque, un peu dilaté à son extrémité, est terminé par un espace vide qu'il a désigné sous le nom de *chambre à air*. En réalité, on peut aisément s'assurer que cette prétendue *chambre à air* est formée par une matière dense qui se colore en bleu par l'iode et qui forme une sorte de bouchon beaucoup plus résistant que la paroi de l'asque.

» Quand le moment de la maturité arrive et que les spores noircissent, la paroi de l'asque se gélifie; les paraphyses, également, deviennent peu distinctes et se fondent dans une masse mucilagineuse où l'on voit les spores noires disposées en file, dans la situation où elles se sont formées. Mais, alors encore, l'emploi de l'iode permet de distinguer le bouchon qui précède la file de spores.

» Tous ces détails de la structure du périthèce du *Dematophora necatrix* ne permettent pas de douter que ce champignon soit bien un *Rosellinia*. Il devra porter le nom de *Rosellinia necatrix*. »

CHIMIE. — *Hydrogénation directe des oxydes de l'azote par la méthode de contact*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« On sait depuis longtemps que la mousse de platine peut servir à provoquer la réduction directe des divers oxydes de l'azote par l'hydrogène.

» Il nous a paru intéressant de voir si le *nickel* ou le *cuivre réduits*, qui servent de base à la méthode générale d'hydrogénation que nous avons instituée pour les composés organiques volatils et particulièrement pour les dérivés nitrés, pourraient être, vis-à-vis des oxydes de l'azote eux-mêmes, substitués à la mousse de platine.

» I. *Oxyde azoteux*. — Dœbereiner, puis Dulong et Thénard avaient observé que la mousse de platine, placée dans un mélange d'oxyde azoteux et d'hydrogène, s'y échauffe jusqu'à l'incandescence, en donnant de l'eau et de l'azote.

» Au contraire, Kuhlmann (*Ann. der Chem. und Pharm.*, t. XXIX, p. 272) a trouvé que la mousse de platine n'agit pas à la température ordinaire sur le mélange des deux gaz, mais que, si l'on chauffe, elle donne lieu à une production importante d'ammoniaque.

» Ainsi que nous l'avons établi dans nos recherches antérieures (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. VII, p. 348), le *nickel réduit* n'exerce à froid aucune action sur l'oxyde azoteux seul. Mais il réagit immédiatement dès la température ordinaire sur le mélange d'oxyde azoteux et d'hydrogène : il se produit un échauffement intense.

» Avec un grand excès d'hydrogène, tout l'oxyde azoteux disparaît : il y a produc-

tion exclusive d'eau et d'azote, sans aucune formation d'ammoniaque ou d'hydrazine. On a

$$N^2O + H^2 = N^2 + H^2O.$$

» D'après les données thermiques qui ont été fournies par M. Berthelot, cette réaction dégage $+ 78^{Cal},9$ (eau gazeuse).

» Aussi, quand on accroît dans le mélange la proportion d'oxyde azoteux, on détermine une vive incandescence au début de la traînée du métal. Par suite de la haute température ainsi atteinte, l'oxyde azoteux subit en partie une décomposition complexe, où apparaissent des vapeurs rutilantes nitreuses : l'hydrogénation de ces dernières, effectuée par les portions voisines et très chaudes du métal, fournit un peu d'ammoniaque.

» Le *cuivre réduit* n'exerce, à la température ordinaire, aucune action sur le mélange d'oxyde azoteux et d'hydrogène : mais, à partir de 180°, température à laquelle, d'après nos observations anciennes (*loc. cit.*), l'oxydation du métal par l'oxyde azoteux n'a pas encore lieu, la réaction se produit, et donne de l'eau et de l'azote.

» Avec une dose suffisante d'oxyde azoteux, elle peut amener, comme pour le nickel, l'incandescence du métal et, par suite, la production de faibles quantités d'ammoniaque.

» II. *Oxyde azotique.* — Faraday, puis Kuhlmann, ont indiqué que la mousse de platine réagit vivement dès la température ordinaire sur les mélanges d'oxyde azotique et d'hydrogène, pour donner de l'eau et de l'ammoniaque.

» Reiset avait trouvé que la production d'ammoniaque à partir du mélange des deux gaz peut être réalisée au rouge par les oxydes d'étain, de zinc, de cuivre, surtout et très aisément par l'oxyde ferrique, même dans une faible mesure par la pierre ponce pulvérisée (*Comptes rendus*, t. XV, 1842, p. 162).

» Le *nickel réduit* n'agit pas à froid sur le mélange d'oxyde azotique et d'hydrogène : mais, au-dessus de 180°, on observe une forte diminution du volume gazeux, due à la production d'eau, d'ammoniaque et d'azote libre. En présence d'un excès d'hydrogène, l'oxyde azotique est transformé tout entier selon les deux réactions simultanées :

$$NO + H^5 = NH^3 + H^2O,$$
$$NO + H^2 = N \quad + H^2O.$$

» D'après les données thermiques établies par M. Berthelot, la première de ces réactions dégage $92^{Cal},1$. La seconde, qui tend à devenir plus importante quand la température s'élève, dégage $79^{Cal},9$ (eau gazeuse).

» La présence de l'azote est constante dans le phénomène, et il ne peut en être autrement; car on sait, et nous avons vérifié, que l'oxyde azotique réagit sur le gaz ammoniac, lentement à froid, beaucoup plus vite si l'on chauffe, surtout en présence des métaux divisés, et tend à donner de l'eau et de l'azote.

» Si l'on augmente la proportion d'oxyde azotique dans le mélange, on arrive à provoquer l'incandescence du métal, que l'on voit alors s'oxyder partiellement aux dépens de l'oxyde azotique.

» Le *cuivre réduit* se comporte exactement comme le nickel, au-dessus de 180°.

» Le liquide ammoniacal, recueilli dans les deux cas, ne renferme que de l'ammoniaque, sans azotate, ni azotite. Il ne contient pas d'hydroxylamine, comme l'indique l'absence de pouvoir réducteur vis-à-vis du bichromate ou de la liqueur de Fœhling.

» III. *Peroxyde d'azote.* — Kuhlmann avait observé que le mélange de peroxyde d'azote et d'hydrogène produit, dès la température ordinaire, l'incandescence de la mousse de platine avec transformation totale en ammoniaque et production assez fréquente de redoutables explosions.

» En dirigeant à froid, sur du *nickel* récemment réduit, de l'hydrogène ayant barboté dans du peroxyde d'azote liquide maintenu au-dessous de 0°, on ne constate qu'un léger échauffement, dû à une formation de *nickel nitré* (Paul Sabatier et Senderens, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VII, p. 413). Mais si l'on élève vers 180° la température du métal, on constate une production abondante d'ammoniaque, selon la formule

$$NO^2 + H^7 = NH^3 + 2H^2O,$$

réaction qui dégage $+136^{Cal},3$ (eau gazeuse, NO^2 vers 200°).

» En augmentant la proportion des vapeurs de peroxyde d'azote, on voit apparaître des fumées blanches d'azotate et d'azotite d'ammonium; puis l'incandescence se manifeste au début de la traînée de métal, et elle est généralement suivie d'une violente explosion.

» Avec le *cuivre réduit*, le phénomène est tout à fait analogue : à froid, on observe une faible élévation de température, due à la condensation du peroxyde d'azote par formation de *cuivre nitré* (*loc. cit.*, p. 401). Vers 180°, il y a production d'ammoniaque, et, si la dose de peroxyde d'azote devient un peu importante, il y a incandescence de cuivre, suivie fréquemment d'une explosion.

» L'action positive exercée sur le mélange de peroxyde d'azote et d'hydrogène a pour conséquence nécessaire une action similaire sur la vapeur d'*acide azotique*.

» Quand celle-ci, entraînée par un excès d'hydrogène, arrive dans l'intérieur du tube à métal, chauffé au-dessus de 180°, elle se dissocie partiellement, à cette température, en eau, oxygène et peroxyde d'azote. Au contact du métal actif qui se trouve dans le tube (mousse de platine, nickel, cuivre), ce peroxyde d'azote se trouve aussitôt hydrogéné et changé en ammoniaque : il s'en refait, dans la vapeur, une nouvelle proportion, qui est également transformée, et cela jusqu'à disparition complète de tout l'acide azotique.

» En opérant avec un tube où se trouve étalée une couche mince de *nickel* réduit chauffée vers 200°, une partie de l'acide azotique demeure fixée à l'état d'azotate d'ammonium, sur la partie supérieure du tube, où la température n'atteint pas 200° : le sel fondu, encore stable à cette température, s'y accumule en certaine proportion, et parfois coule sur le métal, y déterminant une incandescence passagère.

» Quand le métal est chauffé à 350°, il n'y a plus aucun dépôt de nitrate d'ammonium, mais seulement formation d'eau, d'ammoniaque et d'une certaine dose d'azote libre.

» Le cuivre conduit à des résultats tout à fait semblables.

» On voit donc que, pour effectuer la réduction des oxydes de l'azote

par l'hydrogène, le nickel et le cuivre réduits peuvent être substitués à la mousse de platine. »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mesure de la limite élastique des métaux.* Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. Maurice Levy.

« La mesure de la limite élastique des métaux, essayés à la traction ou à la compression, s'évalue sur le diagramme tracé automatiquement pendant l'opération mécanique; on l'exprime en kilogrammes par millimètre carré de la section primitive de l'éprouvette.

» On a été ainsi conduit à définir la limite élastique d'après la configuration du diagramme.

» Or, à la suite d'expériences à la compression, j'ai constaté que les indications données par les diagrammes obtenus avec les instruments les plus précis étaient inexactes, et que cette inexactitude n'était pas due à l'insuffisance de précision des instruments, mais à l'impossibilité matérielle d'obtenir en pratique un ajustage parfait des éprouvettes et une direction mathématiquement rectiligne des attaches; l'éprouvette est, en effet, toujours tirée ou comprimée plus ou moins obliquement.

» Ainsi, dans des essais de compression j'ai trouvé que, pour un acier dont la limite élastique réelle était de 24^{kg}, les diagrammes indiquaient cette limite à $8^{kg},55$, $11^{kg},56$, $12^{kg},95$, $13^{kg},90$, $14^{kg},10$ et $15^{kg},70$.

» Jusqu'ici l'on n'a pas attaché d'importance à ces deux causes d'irrégularité, probablement parce qu'on supposait que sous l'effort, dès le début de l'opération mécanique, les mordaches prenaient une direction rectiligne, que les têtes des éprouvettes s'appuyaient normalement et que l'éprouvette considérée comme restée homogène était enfin soumise à un effort également réparti sur toute la section.

» Pour constater qu'il n'en est pas ainsi, il suffit de polir parfaitement la surface de l'éprouvette [1]; on voit alors, comme on le sait, au moment

---

[1] Je dis qu'il faut polir parfaitement, parce qu'un polissage imparfait ne laisse apercevoir que les déformations plus grossières que les défauts du polissage lui-même.

précis où le diagramme indique la limite élastique par un changement plus ou moins important de direction, la surface de l'éprouvette se dépolir dans certaines parties suivant des lignes discontinues.

» Il est évident que la limite élastique (par définition) n'a été dépassée que dans les régions déformées, c'est-à-dire localement; le diagramme n'a donc donné que la limite élastique de l'éprouvette avec ses imperfections, dans les conditions également imparfaites de l'essai, et nullement la limite élastique vraie du métal. La surface interne déformée et écrouie, résultat des irrégularités initiales, les perpétue jusqu'à la fin de l'essai et se traduit par une suite de déformations locales et généralement obliques.

» Aucune indication ne précise, sur le diagramme, le passage à la limite élastique réelle du métal considéré, et, dans certains cas, une éprouvette soumise à un effort croissant ne présente pas, au passage à la limite élastique du métal, la déformation caractéristique, car lorsque l'effort correspondant à cette limite est atteint, dans certaines régions de l'éprouvette, le métal est au-dessus et, dans d'autres, est au-dessous de cette limite élastique.

» Partant de là, pour déterminer exactement la limite élastique il faut commencer par tasser l'inégalité provenant du défaut d'ajustage de l'éprouvette, en localisant dans une partie de section plus faible que le reste de l'éprouvette les premières déformations, jusqu'à ce que l'effort soit uniformément réparti.

» J'ai obtenu ce résultat en employant, pour la compression, des éprouvettes en forme de tronc de cône ou de pyramide tronquée et, pour la traction, des éprouvettes en forme de tronc de cône terminé par un cylindre à la plus faible section du cône. La déformation initiale irrégulière est alors localisée dans la partie la plus faible de l'éprouvette et se propage ensuite sur la surface, qu'elle dépolit en *nappe continue*.

» L'examen au microscope du bord de cette nappe dépolie permet de constater qu'il existe pour les métaux deux types de déformations à la limite élastique, et cette distinction se retrouve, qu'il s'agisse de traction ou de compression.

» *Premier type.* — La déformation s'effectue brusquement sous un effort donné, le dépoli est franchement limité par une ligne bien déterminée et la limite élastique est *une* et se mesure exactement par un nombre. C'est le type de l'acier, dont le diagramme présente un palier.

» *Second type.* — La déformation s'effectue graduellement sous un effort donné, le dépoli n'est pas franchement limité par une ligne, et la limite élastique ne peut être

évaluée exactement; elle est soumise, dans certaines limites, à une appréciation arbitraire.

» L'aspect général des diagrammes ordinaires nous donne une idée de ces deux types de déformations, mais non la représentation fidèle, permettant d'en obtenir la mesure, comme il vient d'être dit, et tel acier à palier pourra donner un diagramme sans palier; tel acier à déformation graduée pourra donner un petit palier, par suite d'une coïncidence de plusieurs affaissements ou allongements simultanés.

» En résumé, les lignes de déformations locales, signalées pour la première fois en 1854 par Lüders, mais restées inexpliquées jusqu'ici, sont la conséquence d'une répartition inégale de l'effort sur la section de l'éprouvette, résultant d'une précision insuffisante dans l'ajustage et le guidage; ces lignes n'existent plus et sont remplacées par une nappe continue quand la déformation s'effectue régulièrement sous un effort bien également réparti. »

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle methode de mesure optique des épaisseurs.* Note de MM. **J. Macé de Lépinay** et **H. Buisson.**

« L'un de nous a eu l'honneur, dans une précédente Communication (¹), d'exposer le principe d'une nouvelle méthode de mesure interférentielle des épaisseurs; nous nous proposons d'indiquer sous quelle forme nous avons pu la réaliser et de donner les résultats de quelques expériences d'essai.

» Vu la nécessité d'employer exclusivement des sources de lumière monochromatiques, les phénomènes utilisés se présentent sous les aspects suivants :

» *Franges des lames parallèles* $\left[P = \frac{2ne}{\lambda}\right]$. — On éclaire la région étudiée de la lame par un faisceau de lumière convergente, en y projetant l'image de la source. Les franges se présentent sous la forme d'anneaux concentriques que l'on observe dans une lunette réglée pour l'infini soit par réflexion, en interposant une lame de verre non étamée entre la source et la lame, soit par transmission, les deux faces de la lame étant alors faiblement argentées (²). La partie fractionnaire A, de l'ordre d'interférence au

(¹) 21 avril 1902.

(²) De ces deux modes d'observation, nous préférons le premier, malgré la moindre

centre P, correspondant à l'incidence normale, est donnée en fonction du diamètre apparent D du premier anneau (sombre dans le premier cas, brillant dans le second), par

$$A = P\frac{D^2}{8n^2}.$$

La lame étant placée sur la plate-forme horizontale, mobile, d'un goniomètre, le diamètre apparent se mesure en faisant tourner cette plate-forme et faisant ainsi défiler les anneaux dans la lunette fixe. Les angles de rotation sont observés par la méthode de Poggendorff.

» *Franges des lames mixtes* $\left[p = \frac{(n-1)e}{\lambda}\right]$. — La moitié d'un faisceau de lumière parallèle traverse la région étudiée de la lame, l'autre traverse l'air. Un écran, placé sur la lame et la débordant, porte une ouverture rectangulaire qui permet ce partage du faisceau. On observe les franges au moyen d'une lunette fixe, à fort grossissement, réglée pour l'infini. Leur aspect, indiqué par les formules d'Airy (¹), est dissymétrique, à moins que l'on n'ait

$$\delta = \frac{2K\lambda}{2}\ (\text{maximum central})\ \text{ou}\ \delta = (2K+1)\frac{\lambda}{2}\ (\text{minimum central}),$$

δ étant le retard de l'onde qui a traversé la lame sur celle qui a traversé l'air. Or, si l'on fait varier d'une manière continue l'inclinaison de la lame sur l'onde incidente, on fait varier par cela même δ et l'on réalise une série de maxima et de minima successifs, faciles à saisir, surtout ces derniers. Soit alors d l'angle des deux orientations de la lame correspondant au premier minimum central, de part et d'autre de l'incidence normale; la partie fractionnaire a de l'ordre d'interférence p sous incidence normale est donnée par :

$$a = h + \frac{1}{2} - p\frac{d^2}{8n^2},$$

h ayant, selon le cas, la valeur 0 ou 1, de façon que a soit compris entre 0 et 1.

» *Sources.* — Les radiations utilisées ont été les radiations rouge (R), verte (V), bleue (B) du cadmium et la radiation verte du mercure (V_1).

» La source, limitée à une surface éclairante de 2^{mm} environ de diamètre, est placée au foyer d'une première lentille collimatrice C_1. Le faisceau parallèle obtenu traverse un prisme à vision directe spécial, servant en même temps de polariseur (²), formé d'un prisme de quartz, à arêtes parallèles à l'axe, immergé dans une cuve rectangulaire

---

netteté des anneaux, afin d'éviter la correction, toujours incertaine, provenant du changement de phase par réflexion sur l'argent. Cette correction peut atteindre 0,41 de période.

(¹) Mascart, *Traité d'Optique*, t. I, p. 475.

(²) Les lames que nous avons étudiées jusqu'ici sont, en effet, des lames de quartz parallèles à l'axe. On pourrait, dans le cas de lames isotropes, remplacer le prisme polarisant par un prisme de crown.

contenant un mélange de $\frac{1}{3}$ de benzine et $\frac{2}{3}$ de sulfure de carbone. La source et la lentille sont portées par une planchette qui tourne autour d'un axe vertical passant par le prisme.

» Pour observer les anneaux, le faisceau émergent est reçu sur une lentille fixe C_3, de 40^{cm} de distance focale; il va former dans un plan intérieur à la lame un spectre présentant une série d'images de la source nettement séparées. L'une d'elles est amenée, en orientant convenablement la source, à tomber sur la partie découverte de la lame; les autres sont interceptées par l'écran qui la recouvre.

» Pour observer les franges des lames mixtes, il faut substituer au miroir non étamé l'écran rectangulaire et éclairer ce dernier par un faisceau de lumière parallèle. On y parvient en introduisant entre le prisme et la lentille C_3 un collimateur renversé, constitué par une lentille C_2, tournée vers le prisme, et une fente F, placée au foyer de la lentille C_3. L'une des images de la source étant amenée à se former sur cette fente, le faisceau correspondant devient parallèle au delà de C_3. La lentille C_2 et la fente F sont liées invariablement l'une à l'autre et reposent par trois pointes sur plan, trou et fente; le support de ces derniers est réglé une fois pour toutes, de telle sorte que si une image donnée de la source se forme, dans ces conditions, sur la fente, elle se forme sur la partie découverte de la lame quand on enlève le collimateur renversé C_2F.

» Grâce à cette disposition, le passage d'une radiation à une autre, tout aussi bien que celui des franges aux anneaux correspondant à une même radiation, n'entraîne aucune perte de temps : 20 minutes suffisent pour effectuer les huit mesures correspondant aux quatre radiations employées et, pendant ce temps, dans les conditions où nous sommes placés, la température ne varie que de $0°,02$.

» *Résultats.* — Nous nous contenterons de donner, à titre d'exemple, les résultats suivants (lame de quartz parallèle à l'axe, rayon ordinaire), ramenés à une même température, $18°,50$:

		I.	II.	III.
e_t	R....	$9900^{\mu},92$	$9900^{\mu},91$	$9900^{\mu},94$
	V....	$9900^{\mu},93$	$9900^{\mu},93$	$9900^{\mu},94$
N_t [1]	R....	1,5426879	1,5426893	1,5426870
	V....	1,5486369	1,5486366	1,5486367

» On voit qu'il est possible de compter sur une approximation de $0^{\mu},02$ à $0^{\mu},01$ pour l'épaisseur, d'une unité du sixième ordre décimal pour l'indice.

» Nous avons étudié de même, et avec le même succès, une lame de quartz de 2^{cm} d'épaisseur. Nous avons pu nous assurer, d'autre part, que la méthode serait facilement applicable à une lame de flint (indice 1,7233), de 3^{cm} d'épaisseur, donnant des anneaux de même ordre qu'un quartz ou

(1) Indices absolus.

un crown de $3^{cm},5$ d'épaisseur. Il y a tout lieu de penser qu'il nous sera possible d'aborder directement l'étude de lames plus épaisses encore. »

PHYSIQUE. — *Réflexion de la lumière sur un miroir de fer aimanté perpendiculairement au plan d'incidence.* Note de M. **P. Camman**, présentée par M. Mascart.

« Une théorie complète de la réflexion de la lumière sur les miroirs métalliques aimantés a été donnée par M. C.-H. Wind dans les *Archives néerlandaises* (2e série, t. I, 1897). Dans le cas particulier où l'aimantation est perpendiculaire au plan d'incidence, la conclusion est la suivante : Si la lumière incidente est polarisée dans le plan d'incidence, l'aimantation n'a aucune influence sur la réflexion. Elle fait, au contraire, varier à la fois la phase et l'amplitude de la lumière réfléchie, si le rayon incident est polarisé perpendiculairement au plan d'incidence. Ce sont ces résultats théoriques que j'ai vérifiés expérimentalement, en mesurant la variation de la différence de phase entre les deux composantes principales et celle de l'azimut rétabli.

» La source lumineuse est une lampe à arc. La lumière, rendue suffisamment monochromatique pour les mesures par son passage à travers une cuve de fuchsine, est concentrée par un condenseur en un trou de 2^{mm} de diamètre percé dans un écran métallique mince; ce trou est placé au foyer d'une lentille de 30^{cm} de distance focale. Le faisceau qui en est issu traverse un polariseur. Le plan de polarisation faisait des angles de 45° et de 60° avec le plan d'incidence dans les deux séries d'observations effectuées. La lumière se réfléchit sur deux miroirs de fer plans et parallèles, de 2^{cm} de longueur sur 1^{cm} de hauteur, taillés dans deux cadres de fer doux de Suède formant les armatures de deux petits électro-aimants. Les faibles dimensions de ces cadres (9^{cm} de longueur, 5^{cm} de hauteur, 2^{cm} de largeur et 1^{cm} d'épaisseur) permettent de les placer sur une plate-forme spéciale adaptée à cet effet sur un cercle de Jamin. On peut ainsi mesurer l'angle d'incidence, régler les miroirs et les rendre parallèles en faisant coïncider dans la lunette les images du rayon direct et du rayon réfléchi deux fois.

» L'étude de la lumière réfléchie, polarisée elliptiquement, se fait au moyen d'une lame de mica quart d'onde et d'un analyseur; en réalité, les deux lames de mica successivement employées n'étaient pas exactement quart d'onde, mais les retards de l'une des vibrations principales étaient respectivement de 0,265 et 0,268 λ_D de la raie moyenne D du sodium. L'appareil analyseur est l'analyseur à pénombre Macé de Lépinay. Grâce à la précision et à la sensibilité de cet instrument, les erreurs commises ne dépassent pas les erreurs de lecture quand on opère par la méthode de l'égalisation de teinte des deux plages; quand on cherche à établir l'extinction en suppri-

mant le quartz à deux rotations qui produit les deux plages, et en manœuvrant à la fois l'analyseur et la lame, l'erreur est de 1′ en moyenne. On en déduit que la différence de phase et l'azimut rétabli sont déterminés à 6′ près environ pour la réflexion sur un seul miroir.

» Les données des expériences sont les suivantes :

Incidence principale moyenne des deux miroirs.	71°5′
Azimut principal moyen....................	26°58′
Aimantation maxima en unités C. G. S.	1350

» Les résultats des expériences sont réunis dans le Tableau suivant :

	Variations	
	de la différence de phase.	de l'azimut rétabli.
49°,58′	12′	»
50	12,5	»
60,2	20	»
65	26	— 6
68	33	—10
70	41	—12
70,30	45	—11
75	34	—11
77,40	25	— 6

» Les chiffres précédents se rapportent à la réflexion sur un seul miroir, les variations étant observées en renversant l'aimantation de +1350 à —1350 unités C.G.S. La phase étalon est celle de la vibration perpendiculaire au plan d'incidence; la différence de phase est son avance sur la vibration dans le plan d'incidence.

» Au-dessous de 50° et au-dessus de 77°, les observations sur la différence de phase donnent des résultats peu certains, à cause de la petitesse des quantités à mesurer. Quant à l'azimut rétabli, sa faible valeur ne permet de l'observer avec quelque certitude que dans des limites restreintes au voisinage de son minimum.

» Le Tableau qui suit donne les mêmes variations calculées d'après la théorie de M. Wind. Des deux constantes qui entrent dans les formules, l'une, la phase de Sissingh, a été prise égale à 85° suivant la valeur donnée par cet expérimentateur; l'autre a été tirée de l'expression précédemment donnée de la variation de la différence de phase à 70°.

	Variations	
Incidences.	de la différence de phase.	de l'azimut rétabli.
50°	12′,5	
60	23	
65	31	—13′,5
68	34	—13
70	41	—12,5
72	45	—11,5
75	40	—8

» Le rapprochement de ces deux Tableaux montre que les différences entre les deux séries de nombres sont de l'ordre des erreurs d'expérience. On peut donc dire que les expériences précédentes confirment d'une manière satisfaisante la théorie de M. Wind. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Moyen de régler les resonateurs de haute fréquence, en vue de leur emploi médical.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

« Les résonateurs de haute fréquence employés en médecine se composent d'un circuit inducteur, ou générateur du champ : c'est le circuit de décharge des condensateurs; et d'un circuit induit à l'extrémité duquel se produisent les effluves, étincelles, souffles. Le circuit inducteur, composé des surfaces condensatrices et du conducteur, présente une certaine capacité c et un certain coefficient de self L desquels dépend la période des oscillations du courant de décharge, et par conséquent leur longueur d'onde, d'après la formule $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

» L'induit a un rendement d'autant meilleur qu'il est mieux accordé pour le champ considéré. Je n'ai pas à m'étendre ici sur le sens qu'il faut donner à ces mots : *accord du résonateur avec le champ oscillant*. Quoi qu'il en soit, le réglage d'un résonateur consiste à faire varier la self ou la capacité du générateur par rapport à celles de l'induit.

» Dans le résonateur Oudin en forme d'hélice, l'inducteur et l'induit sont placés à la suite l'un de l'autre, et le réglage consiste à prendre plus ou moins de spires comme inductrices, diminuant ou augmentant d'autant le nombre des spires induites. Dans le résonateur d'Arsonval en forme de bobine, l'inducteur est invariable comme capacité et comme self, mais on peut le promener le long de l'induit auquel il est extérieur, de telle sorte que l'on modifie la longueur des deux portions droite et gauche de l'induit (par rapport au plan moyen de l'inducteur), faisant varier du même coup ses caractéristiques et, avant tout, sa self.

» Dans le type en spirale plate que j'ai décrit antérieurement (¹), l'inducteur est constitué par la spire externe de l'appareil, et l'induit est formé par toute la partie intérieure de la spirale. Cette forme de résonateur a pour but d'utiliser l'énorme champ développé sur chacune de ses faces, d'une part pour l'électrisation par influence des malades, d'autre part pour la production par influence d'une charge de même signe ou de signe contraire dans une spirale placée en regard de la première et dont l'enroulement est de même sens ou de sens contraire. Le réglage des spirales

---

(¹) *Arch. d'Électr. médicale*, 1901, p. 287.

pouvait se faire comme celui du résonateur Oudin. Ce réglage, ici, n'est pas commode, à cause des connexions à établir entre les deux spirales à travers l'espace utile à l'emploi.

» J'ai été ainsi amené à chercher un autre mode de réglage. Celui que je présente ici est applicable d'ailleurs à tous les résonateurs.

» J'ai d'abord cherché s'il était pratiquement possible d'obtenir le réglage en prenant comme variable le facteur C dans la formule

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

c'est-à-dire en faisant varier la surface des condensateurs. Après une série d'essais, faits notamment avec un condensateur à feuilles d'étain formé de 40 touches de $3^{cm} \times 25^{cm}$ et jumellées quatre par quatre sur les deux diélectriques, de manière à obtenir une surface variant de 75^{cm^2} à 750^{cm^2}, j'ai renoncé à ce procédé, qui ne permet qu'imparfaitement d'arriver au résultat cherché. Pour utiliser au mieux l'énergie d'une bobine donnée, il y a avantage à prendre un condensateur tel que sa capacité et son étincelle de décharge soient maxima, la décharge se produisant à chaque interruption du trembleur. Je n'insiste pas sur ces expériences, dont le résultat négatif m'a conduit à chercher de nouveau le réglage en prenant comme variable le coefficient de self dans l'expression $\sqrt{LC}$.

» J'ai introduit dans le circuit une bobine de self variable constituée tout simplement par un fil de cuivre de grosse section formant une hélice d'une quinzaine de spires et analogue à l'hélice que le professeur d'Arsonval mettait en dérivation entre les armatures externes des bouteilles de Leyde, lors de ses expériences prolongées où il était utile d'avoir cette dérivation *de garde* contre les décharges à basses fréquences.

» Cette bobine de réglage, je le répète, est, pour le cas qui nous occupe, placée en circuit et non en dérivation. Un curseur permet de mettre plus ou moins de spires dans ce circuit, de manière à en augmenter plus ou moins la self. Je résumerai en deux mots les résultats des expériences que j'ai faites avec les divers résonateurs. Lorsque l'on se trouve dans le voisinage des meilleures conditions de fonctionnement d'un résonateur, par exemple lorsque, dans le résonateur Oudin, l'inducteur comprend de 1 à 5 spires, le réglage de la bobine de self suffit pour assurer le rendement maximum aussi bien que le réglage précis de l'inducteur qui donnerait le rendement maximum, par exemple à 4,5 spires. Si l'on s'éloigne de ces conditions, que l'on n'ait qu'une spire, une demi-spire, on arrive encore, avec la bobine de self, à avoir un rendement appréciable. Et même, si l'on supprime toute spire dans l'inducteur et que l'on établisse seulement un contact à l'origine du résonateur, les effluves atteignent encore 6^{cm} à 7^{cm}, alors que, sans la bobine de self, on n'obtient que de maigres étincelles de 1^{mm} de longueur.

» Ces résultats, surtout frappants avec le résonateur Oudin, prouvent que, dans le réglage des résonateurs, c'est moins le rapport des longueurs ou du nombre des spires de l'inducteur et de l'induit qui est à considérer, que le coefficient de self propre du circuit inducteur.

» Avec les spirales telles que je les ai construites, on se trouve dans le voisinage des meilleures conditions de rendement lorsqu'on prend la spire externe comme inductrice. Aussi la mise en circuit de la bobine de self réglable donne-t-elle des résultats tout à fait satisfaisants et le rendement de la spirale ainsi réglée est approximativement égal au maximum. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le gentiobiose; préparation et propriétés du gentiobiose cristallisé.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Nos recherches antérieures ([1]) ont établi que le gentianose est un hexotriose, $C^{18}H^{32}O^{16}$, qui, traité par l'invertine de la levure haute ou par l'acide sulfurique très étendu bouillant (2 pour 1000), se dédouble en donnant 1^{mol} de lévulose et 1^{mol} d'un hexobiose que nous avons appelé *gentiobiose*.

» Il nous faut revenir aujourd'hui sur le dernier sucre, que nous avons réussi enfin à obtenir à l'état cristallisé, ce qui nous a permis d'en faire une étude plus approfondie. Le gentiobiose diffère d'ailleurs dans quelques-unes de ses propriétés, suivant le dissolvant, alcool méthylique ou alcool éthylique, dans lequel on le fait cristalliser.

» *Gentiobiose cristallisé dans l'alcool méthylique.* — Pour préparer le gentiobiose, on fait d'abord une solution avec 10^{g} de gentianose et de l'acide sulfurique à 2 pour 1000 en quantité suffisante pour faire 100^{cm^3}. On chauffe cette solution au bain-marie bouillant pendant 30 minutes; on laisse refroidir, on neutralise par addition de carbonate de calcium, on filtre et l'on distille le liquide filtré dans le vide. On reprend le résidu à l'ébullition, une première fois par 50^{cm^3} d'alcool absolu, puis une deuxième et une troisième fois par 50^{cm^3} d'alcool à 95°; on enlève ainsi complètement le lévulose. Finalement, on reprend par 50^{cm^3} d'alcool méthylique pur, en laissant bouillir à reflux pendant 20 minutes, et l'on filtre bouillant.

» Le gentiobiose cristallise dans l'espace de quelques jours, se rassemblant en petites lentilles semi-sphériques sur les parois du vase. Le rendement est de 4^{g} à $4^{g},50$ pour les 10^{g} de gentianose. On le purifie par une nouvelle cristallisation dans l'alcool méthylique.

([1]) *Sur la constitution du gentianose* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 4 mars 1901, p. 571).

» Le produit ainsi obtenu est blanc, très hygroscopique, et de saveur amère. Desséché dans le vide sulfurique, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de poids, il fond à la température de 85°,5 à 86° (corr.). Si l'on chauffe davantage, il se boursoufle, brunit légèrement, diminue de poids, redevient solide et fond de nouveau vers 189°-195° en donnant un liquide jaune transparent.

» Le gentiobiose cristallisé dans l'alcool méthylique est dextrogyre et présente le phénomène de multirotation, le pouvoir rotatoire étant *plus élevé* au moment de la dissolution. Les rotations suivantes, se rapportant à une solution de 4^g de gentiobiose desséché dans le vide sulfurique pour 100^{cm^3}, montrent les variations qui se produisent à partir du commencement de la dissolution ($l = 2$; $t = 22°$).

Après 6 minutes de dissolution		....	$\alpha = +1°18'$
»	25 minutes »	....	$\alpha = +1°4'$
»	2 h. 30 min. »	....	$\alpha = +48'$
»	3 h. 30 min. »	....	$\alpha = +40'$
»	19 heures »	....	$\alpha = +40'$

ce qui donne comme pouvoir rotatoire définitif de ce gentiobiose $\alpha_D = +8°,33$.

» Nous avons tout d'abord, et dans le but de vérifier la formule du gentiobiose, essayé de déterminer son poids moléculaire par la méthode de Raoult, en employant l'eau comme dissolvant. Au lieu d'obtenir, comme nous le pensions, des chiffres voisins de 342 ($C^{12}H^{22}O^{11} = 342$), nous avons trouvé une première fois 128, et une seconde fois 127,2. Ces résultats singuliers nous ont amenés à faire l'analyse organique du produit.

» L'analyse a donné en centièmes:

	(1)		(2)
	C = 41,31		C = 40,98
	H = 7,43		H = 7,44

chiffres qui ne correspondent point à la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$ (calculé : C = 42,10; H = 6,44), mais bien à la formule $C^{12}H^{22}O^{11} + 2(CH^4O)$, c'est-à-dire à des cristaux renfermant 2^{mol} d'alcool méthylique de cristallisation (calculé : C = 41,37; H = 7,38).

» Il fallait, dès lors, conclure : 1° que le gentiobiose donne dans l'alcool méthylique des cristaux renfermant 2^{mol} de cet alcool; 2° que ces cristaux sont stables dans le vide sulfurique; 3° que la fusion de ces cristaux à 85°,5 est une fusion dans l'alcool méthylique de cristallisation. Il fallait, en outre, supposer que, en les chauffant à une température supérieure, on pourrait arriver à chasser complètement l'alcool méthylique.

» On a donc essayé la dessiccation jusqu'à poids constant, entre 100° et 115°; cette dessiccation a donné les résultats suivants :

1re opération : perte de poids pour 100.......	15,02
2e opération : perte de poids pour 100.......	15,06

soit en moyenne 15,04 pour 100. Or, 2^{mol} d'alcool méthylique représentent 15,7 pour 100. La concordance est donc aussi parfaite que possible.

» Au surplus, le produit ainsi desséché a été analysé et soumis à la cryoscopie. Les résultats sont venus confirmer la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$.

» *Gentiobiose cristallisé dans l'alcool éthylique.* — Pour l'obtenir, on suit d'abord la marche exposée plus haut; mais, une fois le lévulose éliminé, on reprend le résidu par de l'alcool à 90° bouillant. On laisse refroidir et l'on décante dans un flacon que l'on bouche. La cristallisation spontanée se fait très lentement; mais, quand on possède du produit cristallisé, on peut l'accélérer en amorçant. Il suffit alors de 3 ou 4 jours pour qu'elle soit terminée. Les cristaux forment une croûte adhérente aux parois du vase. On purifie par une nouvelle cristallisation dans l'alcool à 90°.

» Le produit est blanc et de saveur amère. Desséché dans le vide sulfurique, il ne fond pas comme le précédent au-dessous de 100°. Maintenu à 115° jusqu'à poids constant, il n'a perdu que 1,07 pour 100. On peut donc le considérer comme un produit anhydre, et, de fait, il ne fond que vers 190°-195°.

» Le gentiobiose cristallisé dans l'alcool éthylique est dextrogyre et présente aussi le phénomène de multirotation. Mais, à l'inverse de ce qui a lieu avec le sucre cristallisé dans l'alcool méthylique, la rotation est *plus faible* au moment de la dissolution; elle est même gauche, tout à fait au début. Les observations suivantes, effectuées sur une solution de $3^g,1186$ de gentiobiose pour 100^{cm^3}, représentent ces variations ($l = 2$; $t = 22°$) :

Après 6 minutes de dissolution	....	$\alpha = -22$
» 15 » »	....	$\alpha = -12$
» 1 heure »	....	$\alpha = +20$
» 4 h. 30 min. »	....	$\alpha = +30$
» 6 heures »	....	$\alpha = +36$

ce qui donne, comme pouvoir rotatoire de ce gentiobiose : $\alpha_D = +9°,61$.

» On remarquera la différence entre ce chiffre et celui que nous avons donné plus haut pour le gentiobiose méthylique; mais ce dernier renferme 15,04 pour 100 d'alcool méthylique de cristallisation, et si l'on calcule le pouvoir rotatoire sur le sucre vrai, soit sur $4^g - 0,6016$ ou $3^g,3984$, on trouve 9°,8. Les deux déterminations aboutissent donc à des chiffres identiques.

» En résumé, le gentiobiose est bien un hexobiose. Dans nos recherches, il a cristallisé sous deux états : à l'état anhydre et à l'état de combinaison avec l'alcool méthylique; ces deux sortes de produits se conduisant différemment à l'égard de la lumière polarisée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chlorures cuivriques ammoniacaux anhydres. Radicaux cupro-ammoniques.* Note de M. **Bouzat**.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1216) que les différents sels cuivriques dissous, tels que les chlorures, sulfates, acétates, dégagent

des quantités de chaleur égales en se combinant à l'ammoniaque. Cette relation m'a permis de conclure à l'existence de radicaux complexes formant les sels cupro-ammoniques. Il importait d'étendre cette théorie aux sels solides. J'ai été ainsi amené à reprendre l'étude des composés résultant de l'action du gaz ammoniac sur les sels de cuivre anhydres. Les expériences ont porté sur les chlorures et les sulfates; il ne sera question aujourd'hui que des chlorures.

» On a déjà signalé plusieurs combinaisons du chlorure cuivrique et de l'ammoniaque. Rose a admis l'existence de $CuCl^2, 6AzH^3$; Graham a indiqué celle de $CuCl^2, 2AzH^3$. J'ai préparé ces corps et j'ai trouvé, en outre, qu'entre eux il y en a un troisième bien défini, $CuCl^2, 4AzH^3$. Ces composés sont les chlorures de radicaux cupro-ammoniques; on peut les écrire, pour représenter leur constitution :

$$Cu\begin{matrix}\diagup AzH^2 \\ \diagdown AzH^2\end{matrix}\Big\}\,2HCl, \qquad Cu\begin{matrix}\diagup AzHAm \\ \diagdown AzHAm\end{matrix}\Big\}\,2HCl, \qquad Cu\begin{matrix}\diagup AzAm^2 \\ \diagdown AzAm^2\end{matrix}\Big\}\,2HCl,$$

Am étant le groupement AzH^4. Ainsi envisagés, ils constituent une série parallèle à celle des chlorhydrates d'amines dérivées de l'éthylène. Je vais résumer d'abord leur préparation; j'indiquerai ensuite leurs propriétés et leur chaleur de formation.

» L'absorption du gaz ammoniac par le chlorure cuivrique à la température ordinaire est d'abord très rapide; mais elle devient de plus en plus lente à mesure que l'on approche de la saturation, et il faudrait prolonger très longtemps le courant de gaz ammoniac pour obtenir le composé saturé. Rose n'a pu avoir qu'un produit de composition $CuCl^2, 5,76AzH^3$. L'emploi du gaz ammoniac liquéfié permet, au contraire, de préparer le corps $CuCl^2, 6AzH^3$. Après avoir distillé du gaz ammoniac exactement privé d'eau sur du chlorure cuivrique anhydre, on laisse évaporer l'ammoniac en excès en maintenant la température à $-30°$; il reste un composé qui a pour formule $CuCl^2, 6AzH^3$. Ce corps est dissociable en $2AzH^3$ et $CuCl^2, 4AzH^3$; la tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique vers 90°. $CuCl^2, 4AzH^3$ est dissociable à son tour en $2AzH^3$ et $CuCl^2, 2AzH^3$; la tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique vers 140°.

» *$CuCl^2, 2AzH^3$*. — C'est une poudre verte, qui donne avec l'eau un précipité d'oxychlorure.

» *Chaleur de formation* (deux procédés) :

1° $CuCl^2, 2AzH^3$ sol. + $6AzH^3$ diss. (12^l) = $CuCl^2, 8AzH^3$ diss. (12^l) . + $3^{Cal},3$

d'où

$CuCl^2$ sol. + $2AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 2AzH^3$ sol .... + $45^{Cal},5$

2° $CuCl^2, 2AzH^3$ sol. + $2HCl$ diss. = $CuCl^2$ diss. + $2AzH^4Cl$ diss. . + $7^{Cal},95$

» Le mélange de $CuCl^2$ diss. à AzH^4Cl diss. ne produit aucun phénomène thermique sensible. Par ce second procédé, on obtient :

$CuCl^2$ sol. + $2AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 2AzH^3$ sol.................. $+45^{Cal},6$

» *$CuCl^2, 4AzH^3$.* — C'est un corps bleu, soluble dans une petite quantité d'eau. La dissolution laisse déposer un précipité d'hydrate cuivrique quand on l'étend.

» *Chaleur de formation* (2 procédés) :

1° $CuCl^2, 4AzH^3$ sol. + $8AzH^3$ diss. (16^l) = $CuCl^2, 12AzH^3$ diss. (16^l). $-5^{Cal},5$

d'où

$CuCl^3$ sol. + $4AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 4AzH^3$ sol................. $+72^{Cal},06$

2° $CuCl^2, 4AzH^3$ sol. + $4HCl$ diss. = $CuCl^2$ diss. + $4AzH^4Cl$ diss.. $+25^{Cal},18$

ce qui conduit à

$CuCl^2$ sol. + $4AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 4AzH^3$ sol................. $+72^{Cal},08$

Pour faire le calcul, j'ai pris comme chaleur de neutralisation de l'ammoniaque dissoute par l'acide chlorhydrique dissous $12^{Cal},75$, nombre que j'ai trouvé pour cette réaction à la température de 24°, à laquelle ont été faites les expériences.

» *$CuCl^2, 6AzH^3$.* — C'est un corps bleu; contrairement aux indications de Rose, il possède, quand il est bien exempt d'eau, une couleur bleue peu intense, très différente de la couleur bleu sombre des sels cuivriques ammoniacaux en solution aqueuse. Il est soluble dans l'eau; la dissolution très étendue laisse déposer un précipité d'hydrate cuivrique. Il n'est pas soluble dans le gaz ammoniac liquéfié.

» *Chaleur de formation.* — Comme on ne peut préparer ce corps qu'en petite quantité par l'emploi de l'ammoniac liquéfié, il est plus commode et plus exact, pour avoir sa chaleur de formation, de se servir du mélange de $CuCl^2, 6AzH^3$ et de $CuCl^2, 4AzH^3$ qu'on obtient par l'action du gaz ammoniac sur le chlorure cuivrique

$CuCl^2, 5,3AzH^3$ sol. + $6,7AzH^3$ diss. (16^l) = $CuCl^2, 12AzH^3$ diss. (16^l)... $-8^{Cal},20$

d'où

$CuCl^2$ sol. + $5,3AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 5,3AzH^3$ sol...... $+86^{Cal},5$

» Comme à partir de $CuCl^2, 4AzH^3$, la quantité de chaleur dégagée est proportionnelle à la quantité d'ammoniaque fixée :

$CuCl^2$ sol. + $6AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 6AzH^3$ sol.......... $+94^{Cal},3$

» Un autre composé, $CuCl^2, 5,20AzH^3$, a conduit au nombre $94^{Cal},6$.

» La chaleur de fixation des deux premières molécules d'ammoniaque sur le chlorure cuivrique est de $45^{Cal},5$; celle des deux suivantes de $26^{Cal},6$; celle des deux dernières de $22^{Cal},3$. Conformément à la remarque d'Isambert, les dégagements de chaleur vont en diminuant, et les tensions de dissociation des produits formés augmentent. M. Matignon a indiqué en

outre que, pour tous les chlorures ammoniacaux étudiés, le rapport $\frac{Q}{T}$ est compris entre 0,031 et 0,033, T étant la température absolue de dissociation sous la pression atmosphérique et Q la chaleur de combinaison d'une molécule d'ammoniaque. En faisant le calcul, on voit que les composés $CuCl^2, 6AzH^3$ et $CuCl^2, 4AzH^3$ satisfont à cette loi.

» Les équations suivantes font connaître, pour chaque radical cupro-ammonique, la chaleur de formation et la chaleur de substitution à l'hydrogène de l'acide chlorhydrique :

Cu sol. + 2HCl gaz	$= CuCl^2$ sol.	$+ H^2$ gaz...	$+ 7^{Cal},4$
H^2 gaz + $2AzH^3$ gaz + 2HCl gaz	$= 2AzH^4Cl$ sol.	$+ H^2$ gaz...	$+ 85^{Cal},2$
Cu sol. + $2AzH^3$ gaz + 2HCl gaz	$= Cu(AzH^3)^2Cl^2$ sol.	$+ H^2$ gaz...	$+ 52^{Cal},9$
Cu sol. + $4AzH^3$ gaz + 2HCl gaz	$= Cu(AzH^3)^4Cl^2$ sol.	$+ H^2$ gaz...	$+ 79^{Cal},5$
Cu sol. + $6AzH^3$ gaz + 2HCl gaz	$= Cu(AzH^3)^6Cl^2$	$+ H^2$ gaz...	$+ 101^{Cal},8$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitreux, en solution alcaline, sur les éthers β-cétoniques α-substitués.* Note de MM. **Bouveault** et **René Locquin**, présentée par M. A. Haller (1).

« En traitant les éthers β-cétoniques α-substitués par le nitrite de soude et la quantité moléculaire correspondante d'alcali caustique, MM. Meyer et Züblin ont obtenu des éthers d'acides α-isonitrosés; dans les mêmes conditions, mais avec un excès de base, ils ont obtenu des monoximes d'α-dicétones. Ils expliquent ces résultats par le dédoublement de l'éther nitrosé vrai :

$$\begin{matrix} R - CO \\ AzO \end{matrix} \!\!>\! C \!<\!\! \begin{matrix} CO^2C^2H^5 \\ R' \end{matrix},$$

qui prendrait d'abord naissance, mais qu'ils n'ont pas isolé. D'autre part, M. Cérésole a montré (2) que les éthers acétylacétiques α-substitués sont saponifiés régulièrement par agitation avec les alcalis étendus et froids; il a pu préparer ainsi les acides acétylacétiques substitués et a constaté que l'acide nitreux transforme ces derniers en monoximes d'α-dicétones. Il faut donc, pour obtenir ces monoximes, saponifier d'abord les

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 21 juillet 1902.

(2) Cérésole, *D. ch. G.*, t. XV, p. 1874.

éthers dans les conditions indiquées par M. Cérésole, et ajouter successivement à la solution du nitrite de sodium et un acide.

» Ce procédé, qui écarte la formation préalable d'un *éther* nitrosé vrai, a été employé par MM. Treadwell et Westenberger (1); plus tard, M. von Pechmann, dans ses recherches sur les homologues du diacétyle, a opéré d'une façon plus compliquée et moins avantageuse.

» Nous avons repris ces expériences et nous n'avons pu, dans aucun cas, isoler l'éther nitrosé vrai. Cela est évidemment insuffisant pour démontrer qu'il ne se forme pas; nos expériences établissent néanmoins qu'il n'est pour rien dans l'obtention des monoximes des α-dicétones.

» En effet, en appliquant le procédé de MM. Treadwell et Westenberger à l'isoamylacétylacétate d'éthyle, par exemple, on obtient, avec un rendement quasi intégral, la *nitroso-isoamylacétone* $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH-(CH^2)^2-\underset{\underset{\displaystyle AzOH}{\|}}{C}-CO-CH^3$, qui n'avait pas encore été décrite. Elle cristallise dans l'éther de pétrole, fond à 32°-33° et bout à 128° sous 18^{mm}. Traitée par l'hydroxylamine, elle fournit la dioxime, fusible à 181°, déjà préparée par Fileti et Ponzio (2).

» Mais, quand on veut étendre cette méthode aux nouveaux homologues de l'éther acétylacétique, éthers dont nous avons récemment indiqué la préparation (3), on constate que, avec les radicaux substitués de poids moléculaire élevé, elle échoue totalement, parce que la saponification de l'éther donne naissance à un sel extrêmement instable, qui se décompose aussitôt suivant l'équation

$$\underset{\displaystyle R'}{R-CO-\underset{|}{CH}-CO^2Na} + NaOH = R-CO-CH^2-R'+CO^3Na^2.$$

Ainsi l'octyl (secondaire) acétylacétate d'éthyle, ou caprylacétylacétate d'éthyle (4), ne donne que l'*octyl* (*secondaire*) *acétone* ou 4-méthyl décanone-2 bouillant à 115° sous 25^{mm}, et dont la *semicarbazone* fond à 66°.

» Dans le but d'éviter la décomposition du sel de sodium par la soude aqueuse, nous avons évité la présence d'eau, en nitrosant par un procédé nouveau, qui nous a donné un résultat tout différent de celui que nous attendions.

» Nous ajoutons la quantité correspondante d'éthylate de sodium, dissous dans l'alcool absolu, à 1^{mol} d'isoamylacétylacétate d'éthyle; puis, nous faisons passer dans

(1) Treadwell et Westenberger, *D. ch. G.*, t. XV, p. 2786, et t. XVI, p. 2997.

(2) Fileti et Ponzio, *Gaz. Ital.*, 28, II, 266.

(3) René Locquin, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 108.

(4) Bouveault et Locquin, *Comptes rendus*, séance du 21 juillet 1902.

ce mélange un courant de nitrite d'éthyle gazeux parfaitement sec; il se produit un vif échauffement, qui cesse après le passage de 1^{mol} de gaz. On arrête alors l'opération, on chasse l'alcool, on reprend par l'eau et l'on rectifie. Or, la réaction se passe, intégralement, suivant l'équation

$$\begin{matrix} CH^3-CO \\ C^5H^{11} \end{matrix}\!\!>CH-CO^2C^2H^5+AzO^2C^2H^5=CH^3-CO^2C^2H^5+C^5H^{11}-\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5;$$

c'est-à-dire qu'*on a l'oxime d'un homologue de pyruvate,* tout comme si l'on avait opéré en solution acide (¹).

» *Nota.* — Si l'on remplace, dans cette opération, le nitrite d'éthyle par le nitrite d'amyle, d'un emploi plus commode, les résultats sont tout à fait analogues; mais il y a substitution partielle du groupe amyle au groupe éthyle, de sorte que l'on obtient un mélange des deux éthers :

$$C^5H^{11}-\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5 \quad \text{et} \quad C^5H^{11}-\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}-CO^2C^5H^{11}$$

» Ainsi donc, on obtient le même résultat en présence d'éthylate de sodium ou en présence d'acide sulfurique concentré, et cela parce que, dans aucun des deux cas, le groupement éther n'a été saponifié. Il semble d'ailleurs que, si l'éther nitrosé vrai pouvait exister, il aurait dû prendre naissance dans la réaction précédente.

» En résumé, selon nous, le mécanisme de l'action de l'acide nitreux sur les éthers β-cétoniques α-substitués doit être énoncé ainsi :

» *Si la réaction se fait dans des conditions telles que le groupe éther ne soit pas saponifié, ou s'il est saponifié en liqueur acide, il se fait un acide et une oxime d'éther glyoxylique substitué* (²); *si, pendant la réaction, le groupe éther est saponifié de manière à donner le sel* $R-CO-CH\!\!<\!\!\begin{matrix} CO^2M \\ R' \end{matrix}$, *on obtient un monoxime d'α-dicétone et de l'acide carbonique* (³).

» Nous poursuivons ces recherches. »

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 21 juillet 1902.

(²) Voir *Comptes rendus*, séance du 21 juillet 1902; équation (I).

(³) Voir *Comptes rendus*, séance du 21 juillet 1902; équation (II).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le sérum antiparamécique.* Note de M. **Ledoux-Lebard**, présentée par M. Roux.

« Les faits déjà acquis à la science sur les cytotoxines nous ont conduit à rechercher s'il est possible d'augmenter le pouvoir toxique des sérums de lapin et de cobaye pour les paramécies, au moyen d'injections de ces organismes.

» Nous avons préparé des cultures de *Paramæcium caudatum*, ne contenant pas d'autre infusoire, et nous n'avons utilisé que les cultures les plus riches. Après cinq à six injections de ces cultures sous la peau du lapin et du cobaye, le sérum de ces animaux acquiert un pouvoir toxique, à l'égard des paramécies, plus élevé que celui qu'il présente à l'état normal [1].

» Le sérum de lapin normal, dilué à $\frac{1}{20}$, n'immobilise guère pendant plus de 24 heures les paramécies ajoutées, au nombre de vingt-cinq à cinquante par centimètre cube de dilution, ou n'en tue qu'un petit nombre; dilué à $\frac{1}{40}$, il est encore moins actif.

» Le sérum de lapin traité par les paramécies, dilué à $\frac{1}{20}$, immobilise ces infusoires plus rapidement que le sérum normal, et les tue. Dilué à $\frac{1}{40}$, il en tue encore le plus grand nombre.

» Le sérum de cobaye normal est plus toxique pour les paramécies que celui de lapin normal; néanmoins, il est fréquent de voir un certain nombre de paramécies survivre dans les dilutions à $\frac{1}{20}$; elles se remettent à nager, après immobilisation passagère dans le sérum dilué à $\frac{1}{40}$ ou encore plus étendu.

» Le sérum de cobaye traité tue ou immobilise, pendant plus de 24 heures, les paramécies, dans les dilutions à $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{160}$, $\frac{1}{320}$. Après 24 heures, il faut un examen attentif au microscope pour reconnaître que parmi ces infusoires, complètement immobilisés, un certain nombre, malgré leur apparence de mort, l'absence d'oscillation des cils, la paralysie et la dilatation des vésicules contractiles, offrent encore de lents mouvements de l'endoplasma. D'autres présentent des déformations ou ont déjà subi une désorganisation complète.

» Même la dilution à $\frac{1}{1000}$ de sérum de cobaye traité altère, en quelques heures, la mobilité des paramécies, qui nagent plus lentement et se tiennent dans les couches inférieures du liquide.

» Par suite de l'action du sérum, les cils vibratiles sont immobilisés; ils se mêlent,

---

(1) Voir Ledoux-Lebard, *Action du sérum sanguin sur les paramécies* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, juillet 1902).

s'accolent aux cils voisins, en formant des faisceaux; ils sont complètement détruits ou abrasés par places; ailleurs ils se revêtent d'une couche adhérente de microbes. L'agglutination fait défaut ou est peu développée. Les agglomérations, si elles se produisent, sont souvent irrégulières et dues aux adhérences par l'intermédiaire des cils altérés.

» Le sérum de lapin ou de cobaye normal, chauffé à 58°-60° pendant une demi-heure et dilué à $\frac{1}{10}$, à $\frac{1}{20}$, a perdu sa toxicité à l'égard des paramécies. Il n'en est pas de même du sérum antiparamécique, chauffé pendant une demi-heure à 58° et même à 63° (pour le chauffage à 63°, le sérum était additionné de partie égale d'eau physiologique); ce sérum dilué à $\frac{1}{10}$, à $\frac{1}{20}$, immobilise et tue les paramécies.

» Il s'est donc produit, chez le lapin et le cobaye traités, une substance qui reste toxique pour les paramécies, après chauffage à 58°, à 63°. Il y aurait à rechercher, pensons-nous, si, dans certains sérums bactéricides chauffés, réputés inactifs, la substance qui se fixe sur les microbes sensibles n'altère pas, au moins à un faible degré, la vitalité de ces microbes.

» Le sérum antiparamécique possède une spécificité remarquable. Le sérum si actif de cobaye, traité par des injections de *P. caudatum*, ne possède plus le même degré de toxicité à l'égard du *P. aurelia*, qui recommence à nager, après 24 heures, dans les dilutions mortelles ou paralysantes pour l'espèce *P. caudatum*.

» La persistance de la toxicité du sérum antiparamécique après chauffage permet d'apprécier encore mieux cette spécificité. Dans les dilutions à $\frac{1}{10}$, à $\frac{1}{20}$ de sérum chauffé (à 58°, à 63°, pendant 30 minutes) de lapin ou de cobaye traités par les injections de *P. caudatum*, cette espèce de paramécie est bientôt immobilisée et tuée. Au contraire, des paramécies d'espèces différentes (*P. aurelia*, *P. bursaria*) continuent à vivre et à nager dans ces dilutions. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de la fermentation alcoolique sur le bacille typhique et sur le* Bacterium coli commune. Note de MM. **E. Bodin** et **F. Pailheret**, présentée par M. Prillieux.

« Dans un travail publié par l'un de nous ([1]) sur la conservation du bacille typhique dans le cidre, il a été indiqué que ce problème est double et comporte deux questions : 1° Le bacille d'Eberth peut-il se développer

---

([1]) E. Bodin, *Ann. de l'Institut Pasteur*, juillet 1898.

ou se conserver vivant dans un cidre fermenté? 2° Ce microbe, existant dans le moût avant la fermentation, y persiste-t-il après cet acte? La première question ayant été seule traitée dans ce travail, nous nous occupons ici exclusivement de la seconde, qui revient en somme à celle de l'influence de la fermentation alcoolique sur le bacille typhique.

» Mais, instruits comme nous le sommes de la sensibilité extrême du bacille d'Eberth aux agents chimiques, et connaissant l'influence défavorable des moûts de pommes acides sur cette bactérie, nous avons cherché d'abord à opérer dans des conditions aussi simples que possible et à débarrasser, autant que nous le pourrions, l'acte de la fermentation alcoolique de toute complexité de milieu. Nous nous sommes donc servis de moûts artificiels, schématiques, pour ainsi dire, formés de solutions neutres de peptone à $0^{g},50$-$1^{g},50$ pour 100, additionnés de 3 à 5,5 pour 100 de glucose pur, de sucre ordinaire ou de sucre candi.

» Dans plusieurs séries d'expériences faites avec ces solutions, ensemencées avec le bacille d'Eberth, lequel y vit aisément, nous avons déterminé la fermentation alcoolique à l'aide de levures pures de provenances diverses (levure de brasserie du commerce, levures de cidre de pression et de diffusion), qui toutes faisaient fermenter activement ces solutions en quelques jours, donnant, suivant les cas, une proportion d'alcool de 2,6 à 3,2 pour 100. Or, dans ces expériences, faites à la température de $+22°$, nous avons constaté que le bacille d'Eberth restait parfaitement vivant après la fermentation alcoolique par les levures. Il en a été de même pour le *Bacterium coli commune*.

» Nos recherches démontrent donc que l'acte de la fermentation alcoolique sous l'influence des levures est incapable en lui-même de détruire le bacille typhique et le *Bacterium coli*.

» Mais, quand on entre dans le détail, on voit que le sujet est infiniment plus compliqué qu'on ne pourrait le supposer au premier abord. En effet, en outre des produits de la fermentation des sucres par les levures, on sait, par les travaux de Brieger, Grimbert, Péré, Harden, que le *Bacterium coli* et le bacille typhique ont une action fermentative sur les substances ternaires. Il en résulte que les produits, variables suivant les cas, de ces fermentations viennent se surajouter à ceux de la fermentation par les levures et que le tout aboutit à la production d'un milieu complexe dont l'action, qui peut être très grande chez les bactéries, doit être distinguée de celle de la fermentation alcoolique proprement dite.

» Aussi peut-on prévoir que la nature du milieu fermentescible dont dépend la composition après fermentation joue un rôle considérable en pareil cas. Notre premier travail nous avait déjà montré l'intervention manifeste de l'acidité en semblable circonstance; nos recherches actuelles nous en ont apporté la confirmation : ainsi, dans les milieux glucosés, où l'acidité augmente après l'expérience, du fait de la fermentation par la levure et du fait de l'action du bacille typhique et du bacille du côlon qui, avec le glucose, donnent divers acides (formique, acétique, lactique, etc.), le bacille typhique est rapidement modifié; il perd en grande partie sa mobilité, se dispose en petits amas ou en chaînettes, et sa culture est alors souvent difficile à obtenir. Si, au contraire, on a soin d'opérer dans les mêmes milieux additionnés de carbonate de chaux pur, ces modifications du bacille ne s'observent pas.

» Nous avons noté que la culture des bacilles typhiques modifiés dans les milieux acides est délicate et que, si on la tente à 40°, elle ne se produit pas, alors qu'à 36°-37° elle est positive.

» Ce point de technique mérite d'être retenu, car un des procédés les plus employés pour la recherche du bacille typhique dans les eaux consiste à cultiver ces eaux dans le bouillon à 40°; or, nous sommes convaincus, après nos expériences, que cette température, permettant la culture d'un bacille *normal*, est trop élevée pour les bacilles déjà modifiés par un milieu défavorable.

» L'acidité totale n'est toutefois pas le seul facteur qui agisse sur les bactéries, car nous avons constaté que, dans les moûts artificiels au saccharose, le bacille typhique ne demeurait vivant qu'en présence du carbonate de chaux; et cependant l'acidité *très faible* n'était pas plus élevée que dans les milieux glucosés, où le même microbe conserve sa vitalité, après fermentation, avec ou sans carbonate de chaux. Pour ce qui est de préciser ce qui se passe alors, nous n'avons pu le faire exactement jusqu'ici.

» Le même fait ne se produit pas pour le *Bacterium coli* qui se développe dans les moûts au saccharose avec ou sans carbonate de chaux. Nous signalerons donc cette particularité en pensant que, tout en n'ayant rien d'absolument caractéristique, elle constitue une réaction de plus qui peut être utile pour la différenciation du bacille typhique et du bacille du côlon dans les cas embarrassants.

» En résumé, nous pouvons conclure de nos recherches, et ce fait est intéressant en matière d'hygiène, que la fermentation alcoolique par les levures n'a pas en elle-même d'action destructive sur le bacille d'Eberth et sur le *Bacterium coli commune*, mais que l'influence des moûts fermentés sur ces bactéries provient des produits complexes de la fermentation du moût sous la double action des levures et des bactéries qui s'y développent. »

CHIMIE ANIMALE. — *Variation de l'acide phosphorique suivant l'âge du lait.* Note de MM. F. BORDAS et SIG. DE RACZKOWSKI, présentée par M. Brouardel.

« Il résulte de nos nombreuses analyses que l'acide phosphorique total présente de grandes variations dans le lait, suivant son âge. On peut dire, d'une façon générale, que l'élimination de l'acide phosphorique total va sans cesse en décroissant depuis l'époque du vêlage.

» Cette décroissance a lieu aussi pour la lécithine. Les chiffres que nous avons obtenus chez des animaux de même race, alimentés de la même façon (¹), montrent que c'est dans le premier mois qui suit le vêlage que la production de la lécithine est maximum.

» Cette constatation est intéressante, car elle paraît prouver que le jeune a besoin d'absorber, à cette époque, une plus grande quantité d'acide phosphorique pour le développement de son squelette.

» Il en résulte enfin qu'on devra rechercher, pour l'alimentation des enfants plus ou moins débiles, des laits aussi rapprochés que possible de l'époque du vêlage.

Composition en grammes pour 100.

Races	Jersiaises.						Normande.
Date du vêlage	Vache pleine.	4 juillet.	1er juillet.	12 juin.	13 mai.	Vache non pleine.	
Production quotidienne	4l.	9l,500.	8l,500.	8l.	7l,500.	8l,500.	
Extrait	16,09	15,49	16,47	16,30	14,90	13,75	14,11
Cendre	0,75	0,72	0,69	0,65	0,71	0,72	0,70
Matière grasse	6,01	5,48	6,93	6,76	5,70	5,34	5,01
Lactose	4,67	5,38	5,28	5,20	4,88	4,60	4,81
Caséine	3,86	3,17	2,90	2,89	3,04	2,30	2,61
Acide phosphorique total	0,218	0,204	0,200	0,164	0,168	0,148	0,156
Acide phosphorique organique	0,0049	0,0068	0,0044	0,0033	0,0033	0,0041	0,0031
En acide phosphoglycérique	0,0139	0,0193	0,0124	0,0100	0,0100	0,0116	0,0093
En lécithine ($F = 7,27$)	0,0654	0,0909	0,0582	0,0472	0,0472	0,0545	0,0436
Chlorures en chlorure de sodium	0,128	0,026	0,026	0,026	0,102	0,132	0,114

(¹) Nous tenons à remercier particulièrement M. V. Hugot, Membre de la Chambre de Commerce de Paris et propriétaire de la ferme modèle « *Jersey Farm* », qui s'est gracieusement mis à notre disposition pour nous faciliter nos recherches.

Production quotidienne.

Date du vêlage	Vache pleine.	4 juillet.	1er juillet.	12 juin.	13 mai.	Vache non pleine.
Matière grasse	240,40	520,60	569,05	540,80	427,50	453,90
Lactose	186,80	512,10	448,80	416,00	366,00	391,00
Caséine	154,40	301,15	246,50	231,20	228,00	195,50
Acide phosphorique total	8,72	19,38	17,00	13,12	12,60	12,58
Acide phosphorique organique	0,196	0,646	0,374	0,264	0,247	0,348
En acide phosphoglycérique	0,556	1,833	1,054	0,800	0,750	0,986
En lécithine (F = 7,27)	2,616	8,635	4,947	3,776	3,540	4,632
Chlorures en chlorure de sodium	5,12	2,44	2,44	2,44	8,64	11,22

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'assimilation chlorophyllienne des feuilles dont on éclaire soit la face supérieure, soit la face inférieure.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On admet généralement, mais surtout pour des raisons d'Anatomie comparée, que le parenchyme en palissade des feuilles est bien le tissu servant par excellence à l'assimilation chlorophyllienne.

» Selon Stahl, ce tissu protégerait, grâce à la disposition de ses cellules, les chloroleucites contre un éclairement trop intense, en même temps qu'il favoriserait la pénétration de la lumière dans les couches situées au-dessous de lui. Selon Haberlandt, il serait surtout destiné à permettre l'écoulement rapide des produits de l'assimilation. Toutes ces actions, qui ne sont nullement contradictoires, doivent avoir pour effet, si elles existent réellement, de favoriser la décomposition de l'acide carbonique dans la feuille.

» Si donc les hypothèses précédentes sont fondées, ou tout au moins si l'idée générale à laquelle elles conduisent est vraie, il en résulte nécessairement que les feuilles à mésophylle hétérogène dissymétrique doivent décomposer plus activement le gaz carbonique quand la lumière directe frappe la face supérieure au lieu de la face inférieure, comme cela se produit généralement dans les conditions naturelles.

» En effet, le tissu palissadique éclairé directement absorbe et utilise les radiations solaires alors qu'elles possèdent encore toute leur énergie; le tissu lacuneux utilise celles qui passent et aussi celles qui proviennent de la lumière diffuse. Quand, au contraire, le dernier est tourné vers le soleil, il assimile davantage, mais l'augmentation produite ne peut vraisemblablement pas compenser la diminution qui se manifeste dans le tissu palissadique, lequel ne reçoit plus qu'une lumière atténuée.

» Déjà Ingen-Housz, dans des expériences faites à Paris en 1780, en présence de Benjamin Franklin, croyait pouvoir remarquer que, lorsqu'elles sont plongées dans de l'eau de source, « les feuilles fournissent un air plus pur et plus abondant, si le

» soleil donne sur leur surface vernissée, que lorsque leur surface inférieure reçoit » l'influence directe du soleil ».

» Boussingault, qui rappela ces résultats en 1866, fit observer, en se basant sur les expériences de De Saussure et sur les siennes propres, que l'oxygène dégagé par une feuille présente le même degré de pureté, quelle que soit la surface d'où il émane, et que, quant à la différence de volume, ce n'est pas en faisant fonctionner une branche garnie de feuilles dans de l'eau qu'on peut la déterminer.

» Cet habile physiologiste opéra alors de la façon suivante: il colla, sur une face des feuilles, à l'aide d'empois d'amidon, une bande de papier noirci, ou bien il appliqua deux feuilles l'une sur l'autre par leurs faces similaires enduites d'empois et exposa le tout à la lumière dans des milieux gazeux riches en acide carbonique.

» Il vit alors qu'une feuille éclairée par la face supérieure seulement décompose presque toujours plus activement l'acide carbonique que lorsqu'elle reçoit la lumière par la face inférieure. Au soleil, la plus grande différence a été dans le rapport de 6 à 1 (*Populus alba*) et la plus faible, de 1,5 à 1. A la lumière diffuse, le rapport de 2 à 1 a été le plus élevé. En outre, les feuilles à parenchyme mince, comme celles de Platane, de Marronnier, de Pêcher, ainsi que celles qui sont à parenchyme plus ou moins homogène (Graminées) n'ont pas donné lieu à des différences sensibles.

» Ce sont ces expériences qui, jusqu'ici, ont permis de dire que la face supérieure des feuilles est plus active que l'autre dans l'assimilation chlorophyllienne. Mais on voudra bien remarquer qu'une telle conclusion est quelque peu prématurée. En effet, on a confondu deux phénomènes complètement distincts: la décomposition de l'acide carbonique et la sortie des gaz par les surfaces; car la feuille de papier noirci, non seulement empêchait la pénétration de la lumière par une face, mais encore elle s'opposait aux échanges gazeux. Comme ces échanges ne sont pas les mêmes au travers des deux épidermes, il en résulte que le travail interne de décomposition du gaz carbonique se trouve inégalement entravé quand on rend imperméable la face supérieure ou la face inférieure.

» J'ai précisément essayé de supprimer cette cause de trouble : je crois y être arrivé en plaçant les feuilles dans des éprouvettes aplaties dont une face est noircie; de cette façon, l'on peut exposer à la lumière l'une ou l'autre face des feuilles et les gaz trouvent toujours les mêmes voies d'entrée et de sortie. Je me suis aussi servi d'éprouvettes aplaties ordinaires, permettant d'éclairer une face par la lumière directe, l'autre l'étant par la lumière diffuse comme cela a lieu dans la nature.

» Les nombreux résultats analytiques que j'ai obtenus m'ont permis de tirer plusieurs enseignements intéressants.

» D'abord, lorsqu'une face de feuille est éclairée soit par la lumière directe, soit par la lumière diffuse, l'autre face ne recevant pas du dehors de radiations lumineuses,

l'assimilation chlorophyllienne varie avec la nature de la face considérée. Toujours, avec une feuille à mésophylle hétérogène dissymétrique, l'assimilation baisse si c'est la face inférieure qui reçoit la lumière, au lieu de la face supérieure. Dans aucun cas il n'y a égalité, par exemple avec les feuilles minces de Pêcher, de Marronnier et de Platane, comme l'avait trouvé Boussingault avec sa méthode.

» Les différences obtenues ne sont en général pas aussi grandes que celles qui avaient été observées par cet auteur. Le maximum se trouve avec les feuilles épaisses, à parenchyme bien hétérogène, de Troëne du Japon (100 à 54), de Laurier-cerise (100 à 48); le minimum, avec les feuilles minces d'Érable plane (100 à 88) et avec les feuilles à mésophylle plus ou moins homogène, comme par exemple celles des Bambous (100 à 92). La moyenne se rencontre avec les feuilles de Lilas (100 à 68), de Dahlia (100 à 75).

» Quand la face inférieure est couverte de poils, comme dans le Framboisier, le Tilleul argenté, les différences sont encore moyennes (100 à 68). Pourtant il y a un écart très grand, le plus grand que j'aie obtenu, avec l'*Eleagnus argentea*, dont la face inférieure est recouverte d'une couche dense de poils écailleux (100 à 36).

» Si les feuilles sont placées comme dans les conditions naturelles, une face recevant la lumière directe du soleil et l'autre la lumière diffuse, les différences s'atténuent notablement, du moins dans les conditions de mes expériences (feuilles coupées, air humide). Le plus grand écart observé, correspondant à une insolation intense, a été de 100 à 88. Bien entendu, plus la lumière directe se rapproche de la lumière diffuse, plus les inégalités d'énergie assimilatrice deviennent faibles. La position normale des feuilles de la plupart de nos végétaux est donc, en somme, favorable à l'assimilation, mais dans une mesure assez modérée; elle paraît peut-être davantage en rapport avec la chlorovaporisation, comme je pense pouvoir le montrer prochainement.

» Il résulte de tout ce qui précède que le parenchyme en palissade des feuilles est réellement adapté à la fonction de décomposition du gaz carbonique. Cette adaptation, qui n'est pas la seule et qui est établie maintenant d'une façon certaine par la voie expérimentale, trouve probablement son explication dans les hypothèses de Stahl et Haberlandt qui ont été rappelées au début de cette Note. »

GÉOLOGIE. — *Sur la caverne du Höll-Loch (Trou d'Enfer) et la Schleichende Brunnen (source rampante) (Suisse).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le 27 juillet, j'ai visité *partiellement* ([1]), sous la conduite de MM. Widmer-Osterwalder et Saxer, le *Höll-Loch* (Trou d'Enfer), à 16^{km} est de

---

([1]) Le parcours total de la galerie principale seule exige 24 heures, tant les obstacles y sont grands; deux des expéditions exploratrices (juin et juillet 1902) y ont duré 46 et 39 heures consécutives.

Schwyz et à 75^m au-dessus du village de Stalden, entre les vallées de la Muota et du Starzlen-Bach; et je puis affirmer que cette caverne, inconnue avant 1880, est, au point de vue scientifique, l'une des plus remarquables qui existent.

» C'est seulement depuis 1898 que l'exploration sérieuse en a été entreprise par MM. Beeler, Betschard, Bürgeler, Egli, Otter, Saxer, Wehrli, Widmer-Osterwalder, Zimmermann, etc., au prix des plus grandes difficultés (notamment l'escalade *souterraine* de la *Böse Wand*, muraille de 52^m de haut et de 57° à 80° d'inclinaison). On y a reconnu déjà plus de 7^{km} de galeries, dont 2750^m pour la principale, d'après le plan au $\frac{1}{2500}$ fort bien dressé par M. Widmer et joint à la présente Note. Le Höll-Loch est, en longueur, la quatrième caverne de l'Europe (après Adelsberg, Agtelek et Planina en Autriche-Hongrie) et deviendra sans doute la première, quand les recherches en cours y seront terminées. Ce complexe et grandiose labyrinthe qui, à vol d'oiseau, s'étend à plus de 1500^m de distance dans les flancs de la montagne est, comme la plupart des cavernes, l'œuvre des eaux souterraines agrandissant, par érosion, corrosion et pression hydrostatique, les fissures préexistantes du calcaire : on ne saurait y voir le résultat d'une action glaciaire interne. Ce qu'on y a nommé les *Gletscher-Mühlen* (moulins de glaciers) n'est pas autre chose qu'une abondance de *marmites de géants* énormes, comme celles des torrents alpestres, des grottes de Sassenage, de Trépail (voir *Comptes rendus*, 16 juin 1902), etc., atteignant jusqu'à 4^m ou 5^m de diamètre et de profondeur, et en partie remplies du sable ou des galets roulés qui les ont creusées.

» De l'entrée, la grotte descend d'une part jusqu'à 625^m d'altitude (d'après la coupe de M. Egli) et monte d'autre part à 905^m (au fond extrême atteint par M. Widmer). La dénivellation totale serait donc de 280^m. Voici ce que j'ai constaté sur l'origine géologique et le fonctionnement hydraulique du Höll-Loch :

» Les plateaux crétacés très fissurés (calcaire de Seewen, aptien-urgonien et néocomien) qui, au pied occidental des Glärnisch, descendent assez rapidement de la Silberen-Alp (2314^m) au confluent de la Muota et du Starzlen-Bach (altit. 625^m) sont très perméables, particulièrement dans les *Karrenfelder* ou *lapiaz* du Bödmern-Wald; sur 15^{km^2} à 20^{km^2} les crevasses du sol y absorbent toutes les eaux météoriques, qui ont ainsi donné naissance aux courants souterrains du Höll-Loch, exactement à l'image des cavernes et rivières souterraines des Alpes françaises (Chartreuse, Vercors, Dévoluy, Vaucluse) *creusées dans les mêmes terrains*. Du fond de la grotte à la surface du plateau, l'épaisseur de terrain interposé est d'environ 500^m. Le drainage continue de nos jours, car, en plusieurs galeries, on trouve des sources, des cascatelles et des portions de rivières souterraines, d'autant plus abondantes que les pluies ou les fontes de neige ont été plus fortes; ce sont les affluents variables (aux caprices dangereux pour les explorateurs) du cours d'eau pérenne, enfoui actuellement dans l'étage inférieur

de la caverne, auquel on n'est pas encore parvenu, mais sur lequel s'ouvrent, comme des regards, des puits ou avens intérieurs, profonds de 85^{m} à 100^{m} et où l'on se propose de descendre.

» J'ai reconnu d'ailleurs, sans aucune hésitation possible, la résurgence de ce cours d'eau dans le Bisi-Thal, à la *source rampante* (Schleichende Brunnen) de la scierie Balm sur la rive droite de la Muota, par 635^{m} d'altitude, à 500^{m} au sud-ouest de l'entrée de la caverne. Cette source (du type dit *vauclusien*), débitant de un à plusieurs mètres cubes à la température de 5°,8 C., est l'effet de la capture des eaux du Höll-Loch par l'approfondissement du thalweg de la Muota; c'est la troisième issue de ces eaux et la seule pérenne; les deux autres étaient sur l'autre versant du plateau, sur la rive gauche du Starzlen-Bach : la plus ancienne et la plus élevée (altitude de 735^{m}), complètement desséchée, forme l'entrée du Höll-Loch dans un entonnoir d'effondrement avec deux curieux ponts naturels; la seconde, en dessous de cet entonnoir, sert encore de trop-plein aux crues souterraines qui paraissent s'y manifester, aussi bien d'ailleurs que dans les galeries de la caverne, jusque vers 700^{m} à 710^{m} d'altitude. Tout cela corrobore, sur une échelle colossale, ce que j'ai déduit des dernières explorations de cavernes sur l'origine et le fonctionnement des grottes, *l'absence des nappes d'eau dans les calcaires, l'enfouissement progressif des rivières souterraines* (qui atteint ici l'énorme abaissement de 100^{m}), *l'origine tectonique des siphons des sources et des cavernes,* etc. (voir la *Spéléologie* et *Compte rendu* du VIIIe Congrès géologique international). Sur ce dernier point notamment, le Höll-Loch est d'un intérêt capital : ses galeries présentent une succession de montées et descentes plus ou moins abruptes (20° à 80°, hauteur de 20^{m} à 50^{m}), qui correspondent aux ondulations tourmentées du terrain, justement dans une région de dislocations, de glissements et de charriages qui se trouve comprise entre les classiques plissements et renversements des Glärnisch et de la Windgälle! Et il m'a paru bien curieux de retrouver, sur la falaise même qui domine la Schleichende Brunnen et *dont la direction est parallèle à celle de la grotte,* la coupe verticale naturelle de tout un jeu de plis et de petites failles, *dont le profil équivalait exactement à celui de la coupe longitudinale du Höll-Loch*. Il est absolument certain que la rivière souterraine primitive avait frayé sa première voie en épousant toutes les sinuosités des plis locaux et en y coulant à conduite forcée, jusqu'à ce que les diaclases et les failles (surtout dans les charnières des plis) lui eussent ouvert des canaux inférieurs.

» Dans la dernière galerie (Crystall-Höhle) M. Widmer a recueilli des cristaux que j'ai reconnus pour du gypse et non de la calcite : ils sont le produit soit d'une pseudomorphose comme à la Krous-Grotte en Styrie, soit de la dissolution d'un banc gypseux par les infiltrations et d'une recristallisation par évaporation très lente.

» Les températures du 27 juillet 1902 étaient : air extérieur, 21°,5; torrent de la Muota, 14°,5; Schleichende Brunnen, 5°,8; dans le Höll-Loch, 6°,5 pour une infiltration près de l'entrée, 5°,4 à 5°,6 pour l'air intérieur et 4°,4 pour les flaques d'eau stagnante. Le renversement des courants d'air et la variation des températures selon les saisons mériteront d'être étudiés.

» La Paléontologie et la Zoologie fourniront aussi sans doute leur appoint.

» En résumé, le Höll-Loch constitue une des plus intéressantes syn-

thèses connues de tous les phénomènes relatifs aux cavernes, et un champ de fructueuses recherches qui sera long à épuiser. »

M. J. Constantin demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 30 juin dernier et contenant une Note intitulée : « Contribution à l'étude de l'aviation ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Tiffeneau adresse, comme complément à ses Communications précédentes, une Note « Sur le méthoéthénylbenzène ».

M. Conrad de Liebhaber adresse, par l'entremise de M. Brouardel, une Note « Sur le phénomène de la nuit et des étoiles changeantes ».

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AOUT 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Réflexion et réfraction par un corps animé d'une translation rapide : construction des rayons, indépendante de la translation, et rotation, paraissant au contraire en dépendre, du plan de polarisation du rayon réfracté.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. Au degré d'approximation considéré ici ([1]), où nous négligeons dans les formules les termes non linéaires en V_x, V_y, V_z, *les rayons réfléchi et réfracté ont, avec la normale à la surface séparative et avec le rayon incident, les mêmes rapports de position que si les ondes participaient entièrement à la translation* V *du corps et que tout le système fût en repos.*

» Soient, en effet, x, y, z les coordonnées du point où le rayon incident prolongé atteint la surface d'onde relative au premier milieu. C'est une sphère, d'un rayon R égal à $\frac{\omega}{N}$ (ω désignant ici la vitesse de la lumière dans l'éther libre), et dont le centre, par suite de son recul $\frac{V}{N^2}$ à partir de l'origine, aura acquis de petites coordonnées a, b, c. Son équation sera donc, en négligeant les carrés de a, b, c,

$$x^2 + y^2 + z^2 - 2(ax + by + cz) = R^2. \tag{18}$$

» Quant à l'onde courbe relative au second milieu, ce sera une sphère d'un rayon, R′, produit de R par le rapport $n = \frac{N}{N'}$, et dont le centre aura pris les petites coordonnées n^2a, n^2b, n^2c. Son équation, si x', y', z' y

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 269.

désignent les coordonnées courantes et, en particulier, celles de l'extrémité du rayon réfracté, sera

$$(19) \qquad x'^2 + y'^2 + z'^2 - 2n^2(ax' + by' + cz') = n^2 R^2.$$

» Le fait que l'onde plane réfractée, tangente en (x', y', z') à cette seconde sphère, a même trace sur le plan des yz (surface séparative des deux milieux) que l'onde plane incidente, tangente en (x, y, z) à la sphère (18), s'exprime aisément, par la double proportion

$$(20) \qquad \frac{y' - n^2 b}{y - b} = \frac{z' - n^2 c}{z - c} = \frac{n^2(R^2 + ax' + by' + cz')}{R^2 + ax + by + cz}.$$

« Égalons chacun des deux premiers rapports au troisième, en observant que la petitesse de a, b, c permet, après avoir remplacé respectivement $y' - n^2 b$, $y - b$, $R^2 + ax' + \ldots$, $R^2 + ax + \ldots$, etc. par $y'\left(1 - \frac{n^2 b}{y'}\right)$, $y\left(1 - \frac{b}{y}\right)$, $R^2\left(1 + \frac{ax' + \ldots}{R^2}\right)$, $R^2\left(1 + \frac{ax + \ldots}{R^2}\right)$, ..., de négliger partout, dans les calculs des parenthèses, les carrés et produits des termes autres que 1. La première des deux formules obtenues donnera

$$(21) \quad \begin{cases} y' = n^2 y\left[1 + \dfrac{a(x' - x) + b(y' - y) + c(z' - z)}{R^2} + b\left(\dfrac{n^2}{y'} - \dfrac{1}{y}\right)\right] \\ \quad = n^2 y\left[1 + \dfrac{a(x' - x) + b(y' - y) + c(z' - z)}{R^2}\right], \end{cases}$$

le troisième membre se déduisant du deuxième par la substitution à y', dans le *petit* terme en b, de la valeur *approchée* $n^2 y$. Et l'on aura une formule analogue en z'.

» Appelons maintenant δ, δ' les longueurs $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, $\sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$ des deux rayons, et cherchons à rattacher de même δ' à δ. Les équations (18), (19) reviennent à poser, à très peu près,

$$\delta = R\left(1 + \frac{ax + by + cz}{R^2}\right), \qquad \delta' = nR\left(1 + \frac{ax' + by' + cz'}{R^2}\right);$$

il vient donc

$$(22) \qquad \delta' = n\delta\left[1 + \frac{a(x' - x) + b(y' - y) + c(z' - z)}{R^2}\right].$$

» Divisons la formule (21) et son analogue en z' par celle-ci (22), et appelons (α, β, γ), $(\alpha', \beta', \gamma')$ les cosinus directeurs respectifs, $\frac{(x, y, z)}{\delta}$ et

$\frac{(x', y', z')}{\delta'}$, des deux rayons incident et réfracté. Nous aurons

$$(23) \qquad \beta' = n\beta, \qquad \gamma' = n\gamma.$$

Ces équations déterminent β', γ' et, par suite, la direction du rayon réfracté ; car le troisième cosinus directeur, α', égal à

$$\sqrt{1-(\beta'^2+\gamma'^2)} \quad \text{ou à} \quad \sqrt{1-n^2(\beta^2+\gamma^2)},$$

doit être de même signe que α. Or, l'on voit que *les petites excentricités* (a, b, c), $(n^2 a, n^2 b, n^2 c)$ *des ondes courbes n'y figurent pas.*

» II. La démonstration s'étend au rayon réfléchi. Il suffit de faire $n = 1$, ou de prendre la deuxième onde courbe identique à la première, mais en attribuant au cosinus α' la valeur $-\sqrt{1-(\beta^2+\gamma^2)}$ ou $-\alpha$.

» III. Si les excentricités subies par les deux surfaces d'onde courbes ne modifient pas sensiblement les directions des deux rayons réfléchi et réfracté, elles paraissent avoir une influence un peu moins négligeable sur d'autres circonstances du phénomène. Telle serait, par exemple, d'après de mémorables expériences de Fizeau [1], la rotation $\alpha_1 - \alpha$ du plan de polarisation par la réfraction, rotation que permettra de calculer la dernière formule, (17), de la Note précédente.

» Fizeau lançait à travers plusieurs piles de glaces un rayon rectilignement polarisé, qu'il dirigeait, tantôt, en sens inverse de la translation V du globe terrestre, tantôt dans le même sens, et il tâchait d'apprécier la différence introduite par ce retournement dans l'azimut final de polarisation du rayon. Comme on passe du premier cas au second par un simple changement de signe de V, il nous suffira d'établir la formule convenant au premier cas. Nous supposerons seulement, pour plus de généralité, que la translation V fasse, *dans le plan d'incidence* (plan des xy), un angle θ quelconque (pouvant donc différer de l'angle i d'incidence) avec la normale aux surfaces séparatives, tirée du côté d'où vient le rayon incident, ou, par conséquent, un angle quelconque $\theta - i$ avec ce rayon.

» IV. Les *excentricités* $\frac{V}{N^2}$, $\frac{V}{N'^2}$ se construiront pour la première réfraction, à partir du point O où le rayon incident perce la surface séparative correspondante, sur la droite faisant, avec le prolongement même de ce

(1) *Comptes rendus*, t. XLIX, p. 717 (14 novembre 1859), et *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII, p. 129 à 163 (février 1860).

rayon incident, l'angle $\theta - i$, ou bien, avec la normale Ox tirée dans le second milieu, l'angle θ, du côté où est le rayon réfracté. Ces excentricités feront donc l'angle $\pi - i - \theta$ avec le rayon réfléchi et l'angle $\theta - r$ avec le rayon réfracté.

» La première, $\frac{V}{N^2}$, projetée sur la perpendiculaire au rayon réfléchi émanée de l'origine, y donne l'*écart d'aberration* $\frac{V}{N^2}\sin(\theta + i)$, entre ce rayon et la normale $R = \frac{\omega}{N}$ à l'onde courbe, normale menée par le point de contact de cette onde avec l'onde plane réfléchie, qui lui est tangente à l'extrémité du rayon réfléchi. L'aberration $i' - \iota'$ de celui-ci est donc $\frac{V\sin(\theta+i)}{N^2 R}$ ou $\frac{V\sin(\theta+i)}{\omega N}$; et, l'angle i' de réflexion égalant i, l'on a

$$\iota' = i - \frac{V}{\omega}\frac{\sin(\theta+i)}{N}.$$

De même, l'excentricité, $\frac{V}{N'^2}$, de l'onde courbe relative au second milieu donne, pour le rayon réfracté, en la projetant sur la perpendiculaire à ce rayon émanée de l'origine, un écart d'aberration, $(r - \rho)\frac{\omega}{N'}$ (où r est l'angle de réfraction), égal à $\frac{V\sin(\theta - r)}{N'^2}$; et l'on a

$$\rho = r - \frac{V}{\omega}\frac{\sin(\theta - r)}{N'}.$$

» La formule (17) devient donc, pour fournir la rotation $\alpha_1 - \alpha$ du plan de polarisation par la réfraction considérée :

$$(24)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\cot\alpha_1}{\cot\alpha} &= \cos(\iota' - \rho) = \cos\left\{i - r - \frac{V}{\omega}\left[\frac{\sin(\theta+i)}{N} - \frac{\sin(\theta-r)}{N'}\right]\right\} \\ &= \cos(i-r)\left\{1 + \frac{V}{\omega}\left[\frac{\sin(\theta+i)}{N} - \frac{\sin(\theta-r)}{N'}\right]\operatorname{tang}(i-r)\right\}. \end{aligned}\right.$$

» Dans la réfraction qui a lieu sur la seconde face de la même lame transparente, c'est-à-dire à la sortie du rayon, i et r, N et N' échangent leurs rôles; de sorte que l'on a, en appelant α_2 l'azimut de polarisation du rayon transmis extérieur,

$$(25)\quad \frac{\cot\alpha_2}{\cot\alpha_1} = \cos(r-i)\left\{1 + \frac{V}{\omega}\left[\frac{\sin(\theta+r)}{N'} - \frac{\sin(\theta-i)}{N}\right]\operatorname{tang}(r-i)\right\},$$

et, en multipliant par (24),

$$\frac{\cot\alpha_2}{\cot\alpha} = \cos^2(i-r)\left\{1+\frac{V}{\omega}\left[\frac{\sin(\theta+i)+\sin(\theta-i)}{N} - \frac{\sin(\theta+r)+\sin(\theta-r)}{N'}\right]\operatorname{tang}(i-r)\right\}$$
$$= \cos^2(i-r)\left[1+2\frac{V\sin\theta}{\omega}\left(\frac{\cos i}{N}-\frac{\cos r}{N'}\right)\operatorname{tang}(i-r)\right].$$

» Comme enfin, très sensiblement, N égale 1 et que N′, indice de réfraction de la lame dans l'air, égale $\frac{\sin i}{\sin r}$, il vient

$$(26)\qquad \frac{\cot\alpha_2}{\cot\alpha} = \cos^2(i-r)\left[1+\frac{V}{\omega}\frac{\sin\theta}{\sin i}(\sin 2i - \sin 2r)\operatorname{tang}(i-r)\right].$$

» V. Comparons le second membre à ce qu'il serait si, la translation V n'existant pas, l'indice de réfraction, que j'appellerai m avec Fizeau, recevait un petit accroissement Δm. On trouve alors facilement

$$\frac{\cot\alpha_2}{\cot\alpha} = \cos^2\left(i-r+\frac{\Delta m}{m}\operatorname{tang} r\right) = \cos^2(i-r)\left[1-2\frac{\Delta m}{m}\operatorname{tang} r\operatorname{tang}(i-r)\right];$$

et une identification immédiate à (26) donne

$$(27)\qquad \frac{\Delta m}{m} = \frac{V}{\omega}\frac{\sin\theta}{\sin i}\frac{\sin 2r-\sin 2i}{2\operatorname{tang} r} = -\frac{V}{\omega}\frac{\sin\theta}{\sin i}\frac{\cos(i+r)\sin(i-r)}{\operatorname{tang} r},$$

pour l'accroissement relatif de l'indice de réfraction, qui produirait le supplément de rotation du plan de polarisation auquel donne lieu la translation V.

» Dans les observations de Fizeau, l'on avait $i=70°$, $m=1,5134$; d'où $r=38°23'$, $i-r=31°37'$, $\cos(i+r)=-\sin 18°23'$. En outre, $\frac{V}{\omega}=0,0001$ (environ) et, le plus souvent, θ ne différait pas sensiblement de i. Il résulte de la formule (27), dans ces conditions,

$$\frac{\Delta m}{m} = (\text{environ})\ 0,0000209 \text{ ou } \frac{1}{47900}.$$

» Fizeau a cru pouvoir, sur la foi de quelques inductions, proposer, pour le cas où $\theta=i$, la formule notablement plus forte

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{V}{\omega}\left(m-\frac{1}{m}\right)\cos(i-r);$$

elle donnerait, ici, $\frac{\Delta m}{m}=0,0000726$, ou plus de trois fois autant que la précédente. Ce résultat plus fort se trouve être, il est vrai, de l'ordre d'une

moyenne entre ceux que lui ont fournis ses observations, fort divergents d'ailleurs (dans le rapport de 1 à 4 environ). Mais de nombreuses perturbations, que le génie expérimental si éminent de Fizeau avait été impuissant à lui faire neutraliser ou évaluer toutes, y intervenaient, malgré les plus persévérants efforts pour les éliminer ou les corriger. Aussi Fizeau espérait-il avoir seulement réussi, dans ce travail, à montrer l'existence, mais non à évaluer la grandeur, d'une influence de la translation terrestre sur le phénomène étudié.

» De nouvelles expériences pourraient-elles élucider la question? Les quantités à y mettre en vue sont tellement petites, qu'on n'ose guère l'espérer. »

BALISTIQUE. — *Sur la loi des pressions dans les bouches à feu.* Note de M. E. **Vallier**.

« Dans deux Notes, insérées aux *Comptes rendus* des 22 juillet et 5 août 1901, j'ai étudié la représentation de la loi des pressions dans les bouches à feu à l'aide d'un système de formules approchées.

» Pour figurer des phénomènes tels que ces pressions, à croissance très rapide au début, puis à décroissance plus ou moins lente à allure asymptotique, j'avais recherché, exprimée en fonction du temps, une forme analytique à marche analogue et, après divers tâtonnements, adopté la fonction

$$\varphi(z) = z e^{1-z}$$

qui présente effectivement l'allure en question.

» Pour donner plus de souplesse à ce mode de représentation, j'ai ensuite introduit un exposant β dit *exposant de lenteur*, à déterminer d'après les conditions spéciales à chaque cas, et c'est donc la fonction $\varphi^\beta(z)$ qui fut adoptée en deuxième approximation. La détermination de cet exposant β a fait précisément l'objet de la Note du 5 août 1901.

» On y indiquait que, à défaut de données spéciales pour ladite détermination, on avait, à la suite d'une série d'applications numériques, établi entre cet exposant β et la caractéristique α spéciale à chaque tir la relation empirique

$$(\alpha - 1)\beta = 2$$

laquelle peut être considérée comme fournissant, à défaut de données plus

précises, la valeur de β la plus probable pour une valeur donnée de α, lorsque ce dernier paramètre varie entre 1,4 et 3, ce qui comprend tous les cas de la pratique.

» De la considération de cette fonction $\varphi(z)$, puis $\varphi^\beta(z)$, on a déduit un certain nombre de fonctions balistiques du paramètre α, se prêtant à la solution des problèmes de toute espèce, et l'on a calculé des Tables numériques de ces fonctions pour les valeurs ci-dessous de l'exposant β :

$$\beta = 1, \quad 1{,}5, \quad 2{,}0, \quad 2{,}5, \quad 3{,}0, \quad 4{,}0, \quad 5{,}0.$$

(Ces fonctions sont définies analytiquement dans la Note du 22 juillet 1901.)

» Malheureusement, lorsque l'examen d'une question conduit à une valeur de β différente de celles énoncées ci-dessus, l'on est réduit à des interpolations compliquées, entraînant un labeur hors de proportion peut-être avec l'approximation qu'il suffirait d'obtenir.

» On peut rétablir la continuité des formules, tout en conservant une précision suffisante, en utilisant la relation empirique rappelée plus haut,

$$(1) \qquad (\alpha - 1)\beta = 2$$

qui fournit, à défaut de données plus certaines, la valeur de β la plus probable pour chaque valeur de α.

» Aux valeurs de β pour lesquelles les Tables sont construites (soit 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4 et 5) correspondent des valeurs de α données par la relation (1); les Tables donnent donc, pour ces valeurs de α, les valeurs correspondantes les plus probables pour les diverses fonctions balistiques. En construisant les points figuratifs de ces valeurs et les réunissant par un trait continu, on obtiendra les courbes des valeurs les plus probables des diverses fonctions pour chaque valeur de α, c'est-à-dire celles qu'il convient d'employer lorsque la détermination exacte de l'exposant β n'est pas possible.

» La Table ci-dessous donne les valeurs de ces différentes fonctions en prenant le paramètre α pour argument, renvoyant, pour leur signification, aux Notes précitées de 1901 :

α.	$P(\alpha)$.	$\Theta(\alpha)$.	$\Phi(\alpha)$.	$W(\alpha)$.	$T(\alpha)$.	$Q(\alpha)$.
1,4	0,380	1,44	0,165	0,438	2,53	0,52
1,5	0,308	1,16	0,134	0,414	2,31	0,46
1,6	0,257	0,97	0,113	0,394	2,15	0,41
1,7	0,219	0,82	0,097	0,378	2,02	0,37
1,8	0,189	0,72	0,084	0,365	1,92	0,33

α.	$P(\alpha)$.	$\Theta(\alpha)$.	$\Phi(\alpha)$.	$W(\alpha)$.	$T(\alpha)$.	$Q(\alpha)$.
1,9	0,163	0,64	0,075	0,351	1,84	0,30
2,0	0,140	0,57	0,067	0,340	1,78	0,28
2,1	0,123	0,51	0,061	0,331	1,73	0,26
2,2	0,109	0,46	0,055	0,323	1,69	0,24
2,3	0,097	0,43	0,050	0,315	1,65	$0,22_5$
2,4	0,086	0,40	0,045	0,308	1,61	0,21
2,5	0,076	0,37	0,041	0,301	1,58	$0,19_5$
2,6	0,068	0,34	0,038	0,295	1,56	0,17
2,7	0,061	0,32	0,035	0,288	1,54	0,16
2,8	0,054	0,30	0,032	0,281	1,52	0,15
2,9	0,049	0,28	0,029	0,275	1,50	0,14
3,0	0,044	0,26	0,026	0,269	1,48	0,13

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières de genre fini.* Note de M. **Ernst Lindelöf**, présentée par M. Émile Picard.

« Ayant achevé l'impression de mon Mémoire sur la théorie des fonctions entières ([1]), que j'ai eu l'occasion d'annoncer dans une Note antérieure ([2]), je demande la permission de signaler ici quelques résultats nouveaux que j'y ai développés.

» Mais avant tout, je tiens à en rectifier un passage (note 2 de la page 35), où j'avais émis des doutes relativement à l'exactitude d'un résultat énoncé par M. Hadamard dans sa Note *Sur les fonctions entières* (Tome XXIV du *Bulletin de la Soc. Math. de France*). Dans cette Note, M. Hadamard, en parlant de deux courbes qu'il a été amené à considérer, dit qu'elles *vont en se resserrant indéfiniment*. Par une interprétation hâtive, j'avais cru qu'il voulait dire par là que la différence entre les ordonnées des deux courbes correspondantes à une même abscisse tende vers zéro lorsque cette abscisse augmente, ce qui aurait été contraire à la réalité. Or, comme me l'a bien voulu faire remarquer M. Hadamard, la proposition dont il s'agit est exacte si l'on compte la distance des courbes parallèlement à l'axe des abscisses. Ainsi, le doute que j'avais exprimé ne reposait que sur un malentendu de ma part.

([1]) Ce Mémoire fera partie du Tome XXXI des *Acta Societatis Scientiarum Fennicæ*.

([2]) *Comptes rendus* du 30 décembre 1901.

» Voici maintenant les résultats que je voulais signaler :

» 1. $f(x)$ étant une fonction entière quelconque dont la valeur à l'origine est égale à *un*, si l'on désigne par $M(r)$ le maximum de son module sur la circonférence $|x| = r$, et par $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$, ses zéros rangés par ordre de modules croissants, on peut conclure du théorème de M. Jensen [1] que l'inégalité

$$(1) \qquad \frac{1}{|a_1, a_2, \ldots, a_n|} < \frac{M(r)}{r^n},$$

et par suite aussi, à plus forte raison, l'inégalité

$$(2) \qquad \frac{1}{|a_n|^n} < \frac{M(r)}{r^n},$$

est vérifiée pour toutes les valeurs de r et de l'indice n.

» Supposons en particulier qu'on ait, quelque petit que soit le nombre positif ε,

$$(a) \qquad M(r) < e^{(A+\varepsilon) r^\rho (\log r)^\alpha},$$

à partir d'une valeur finie de r, A étant une constante positive. De l'inégalité (2) on pourra alors tirer la suivante :

$$(3) \qquad |a_n| > (1-\varepsilon)\left[\frac{\rho^{\alpha-1}}{Ae} n (\log n)^{-\alpha}\right]^{\frac{1}{\rho}},$$

à partir d'un certain indice n. Nous avons démontré que *cette limite inférieure de $|a_n|$ est la plus précise qu'on puisse indiquer tant qu'on ne fait d'autres hypothèses que* (a), ce qui, *a priori*, n'était nullement évident, vu les approximations assez grossières qui ont fourni la relation (2).

» Si les zéros de la fonction $f(x)$ sont assujettis à certaines restrictions, on pourra au contraire, dans bien des cas, préciser davantage la limite (3). Ainsi si, en dehors de (a), on admet encore cette autre hypothèse :

$$|a_n| < \left[\frac{B}{A} n (\log n)^{-\alpha}\right]^{\frac{1}{\rho}},$$

pour n suffisamment grand, B étant une constante positive, on trouve à l'aide de (1) :

$$|a_n| > (1-\varepsilon)\left[\omega \frac{\rho^{\alpha-1}}{Ae} n (\log n)^{-\alpha}\right]^{\frac{1}{\rho}}$$

---

(1) *Acta mathematica*, t. XXII.

à partir d'un certain indice n, ω désignant la plus petite racine positive de l'équation

$$x = e^{\frac{\rho^{\alpha-1}}{Be} x}.$$

On en conclut en particulier le théorème suivant :

» *Pour toute fonction entière satisfaisant à l'hypothèse* (a), *l'inégalité*

$$|a_n| > (1-\varepsilon)\left[\frac{\rho^{\alpha-1}}{A} n (\log n)^{-\alpha}\right]^{\frac{1}{\rho}}$$

est vérifiée pour une infinité d'indices n.

» C'est là encore un résultat bien précis. En voici un autre plus particulier, mais comportant cependant des applications intéressantes :

» *Si* $f(x)$ *est une fonction entière de genre* 0 *qui vérifie l'hypothèse* (a) *et dont les zéros sont tous situés sur un même rayon issu de l'origine, on aura, à partir d'un certain indice* n,

$$|a_n| > (1-\varepsilon)\left[\frac{\rho^{\alpha-1}}{A} \frac{\tau^{1-\rho}}{1+\tau} n (\log n)^{-\alpha}\right]^{\frac{1}{\rho}},$$

τ *désignant la racine positive de l'équation*

$$\left(1+\frac{1}{x}\right)\log(1+x) = \frac{1}{\rho}.$$

» La quantité $\frac{\tau^{1-\rho}}{1+\tau}$ va en croissant de $\frac{1}{e}$ à 1, lorsque ρ croît de 0 à 1.

» 2. Supposons maintenant que, l'hypothèse (a) étant toujours vérifiée, on ait en même temps, quelque petit que soit ε,

$$(b) \qquad M(r) > e^{(A-\varepsilon) r^{\rho} (\log r)^{\alpha}}$$

pour une infinité de valeurs r indéfiniment croissantes.

» Si ρ n'est pas entier, il existera alors un nombre positif λ tel qu'on ait, quelque petit que soit ε,

$$(4) \qquad |a_n| < (1+\varepsilon)\left[\frac{\lambda}{A} n (\log n)^{-\alpha}\right]^{\frac{1}{\rho}}$$

pour une infinité d'indices n.

» Nous avons démontré que *la plus petite valeur* λ *telle que l'inégalité* (4) *ait lieu pour toute fonction entière vérifiant les hypothèses* (a) *et* (b), *est*

$$\lambda = \rho^{\alpha-1} \frac{\pi\rho}{\sin \pi\rho} \quad \textit{pour } 0 < \rho < 1,$$

et

$$\lambda = \frac{\rho^{\alpha-1}}{2^{\rho-2}} \left\{ \frac{\rho}{2-\rho} + \frac{\rho}{\rho-1} F(1, 1, \rho, -1) \right\} \quad pour\ 1 < \rho < 2,$$

$F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ désignant la série hypergéométrique de Gauss.

» *Si* ρ *est un nombre entier, l'inégalité* (4) *sera remplacée par la suivante :*

$$(5) \qquad |a_n| < (1+\varepsilon) \left[\frac{\mu}{A} n (\log n)^{-\alpha+1} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad \text{pour une infinité d'indices } n,$$

μ *désignant une constante positive dont la valeur précise est*

$$\mu = \frac{\rho^{\alpha-1}}{|\alpha|},$$

au moins si l'on a $\rho = 1$ ou $\rho = 2$, $\alpha < 0$. »

PHYSIQUE. — *Sur le mode de formation des rayons cathodiques et des rayons de Röntgen.* Note de M. **Th. Tommasina.**

« L'étude de la production unipolaire des rayons X avait permis à M. Jules Semenov [1] de constater que *l'anticathode n'émet de rayons que si elle porte une charge électrique et que, reliée au sol, elle n'engendre presque pas de rayons.* Étant donnée l'importance théorique de ce fait j'ai voulu essayer si, par quelques modifications expérimentales, il me serait possible de l'établir nettement.

» Le tube focus bianodique dont je me suis servi est très puissant : il donne, avec le dispositif ordinaire, la vision nette du squelette à plusieurs mètres de distance si l'on se place dans le champ de dispersion du miroir plan anticathodique, mais on l'entrevoit encore faiblement de tous les points de la salle, même derrière l'anticathode. C'est un tube du type sphérique à trois appendices, deux opposés axialement contenant l'un le miroir plan anodique et l'autre le miroir concave cathodique; le troisième, qui est à côté de l'anode, est muni d'une longue tige qui a permis de placer le miroir plan anticathodique au centre du tube sur la ligne axiale des deux électrodes, en regard de la cathode avec une inclinaison de 45°. Par ce dispositif, la fluorescence du tube est nettement délimitée par le plan du miroir anticathodique qui le divise en deux parties égales, l'une faiblement éclairée et l'autre très fortement.

» Dans le but d'éviter tout effet de self-induction et pour arrêter, comme d'habitude, l'extracourant de fermeture, j'ai mis en communication le pôle positif de la bobine d'induction avec de l'eau distillée. A $1^{cm},5$ au-dessus de l'eau, était placée l'extrémité d'un fil métallique relié à la cathode du tube focus. Le pôle négatif de la

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 217, 1901.

bobine étant isolé, l'anode et l'anticathode du tube étaient reliées entre elles et avec le sol par les conduites du gaz et de l'eau. Le fil partant du pôle positif de la bobine était rapproché du pôle négatif de façon à permettre une décharge entre eux lorsque la résistance du tube était trop grande, constituant en outre un court-circuit par effluve à aigrettes, lequel annulait l'action entre le secondaire de la bobine et le sol.

» A peine l'intensité du courant était-elle suffisante pour produire des décharges disruptives entre l'eau et le fil suspendu, que le tube commençait à manifester une légère fluorescence, distribuée un peu partout à sa surface, mais irrégulièrement. En augmentant le courant on arrivait à l'intensité voulue pour que l'action du miroir anticathodique pût devenir prépondérante; alors la moitié opposée du tube acquérait une plus grande luminosité, et l'on pouvait observer la modification produite sur le faisceau cathodique par l'action du déplacement d'un champ magnétique. Les rayons X étaient suffisamment intenses pour permettre de distinguer nettement des objets métalliques dans une enveloppe en cuir épais, placée derrière l'écran fluorescent.

» Ce résultat démontrant à l'évidence l'obtention des deux types de rayons avec l'anticathode reliée au sol et par flux anodique, il était naturel d'éliminer les deux électrodes qui ne semblaient point nécessaires à la production du phénomène.

» N'ayant pas à ma disposition un bon tube unipolaire, j'ai pu obtenir un résultat également démonstratif au moyen d'un tube bipolaire commun, de forme conique. Dans ce genre de tubes, comme l'on sait, la cathode est placée au sommet du cône, tandis que l'anode très petite et sans miroir est dans un appendice latéral du tube, de façon qu'elle ne gêne aucunement le passage des radiations cathodiques qui vont produire la tache de fluorescence sur la base du cône. J'ai pensé que l'anode isolée, à cause de sa surface métallique très petite, ne pouvait donner lieu qu'à une action minime, laquelle ne saurait empêcher la constatation du phénomène. En effet, avec le même dispositif que précédemment, la cathode étant reliée au pôle positif de la bobine par l'intermédiaire de la décharge sur l'eau distillée, l'anode du tube et le pôle négatif de la bobine étant isolés, la fluorescence se produisit sur tout le tube, allant en progressant d'intensité vers la base du cône sur laquelle se formait la tache de maximum de luminosité. J'ai pu alors constater comme précédemment les effets produits par les rayons cathodiques et les rayons X.

» Le résultat obtenu par ce dernier dispositif montre que la transformation du flux électrique anodique en rayons cathodiques peut avoir lieu par des réflexions multiples contre les parois intérieures du tube, comme on l'avait constaté par le dispositif bipolaire usuel. Ainsi l'on peut établir les conclusions suivantes :

» 1. *La réflexion diffuse du flux anodique seul est suffisante pour donner naissance aux rayons cathodiques et aux rayons de Röntgen.*

» 2. *Le phénomène a lieu même avec l'anticathode reliée au sol.*

» 3. *La réflexion multiple par les parois d'un tube à vide, au degré voulu*

de raréfaction, suffit pour produire la transformation partielle du flux anodique en rayons cathodiques et en rayons de Röntgen.

» Ces conclusions sont en parfait accord avec la déduction qu'on peut tirer du fait connu de l'existence de la tache d'oxydation dans la partie centrale du miroir concave de la cathode des tubes focus en usage. En effet, la position de cette tache démontre d'une manière irréfutable que l'agent qui produit les rayons cathodiques ne peut pas être émis par la cathode, et qu'il doit lui arriver d'une source qui se trouve dans le tube même, donc de l'anode. Ainsi cet agent doit être dans le flux anodique. Que la réflexion joue un grand rôle, sinon le rôle capital, dans la transformation du flux électrique en radiations, c'est ce qui était déjà démontré par le fait que les rayons cathodiques et les rayons X sont beaucoup plus intenses lorsqu'ils sont formés dans un tube focus muni d'anticathode que lorsqu'ils émanent directement de la cathode d'un tube simple.

» D'après les conclusions précédentes on peut envisager le mode de formation de ces rayons de la manière suivante : Le flux électrique qui part de l'anode pour se propager dans l'air raréfié du tube suit les lignes de force, formant lui-même ses propres conducteurs, qui consistent en alignements polarisés de matière radiante, comme cela a lieu dans la production du fantôme électrique par les poudres conductrices dans les liquides diélectriques, où l'on observe des projections ou jets de particules.

» Ce flux étant oscillant donne lieu à une destruction périodique des contacts, laquelle produit des vibrations qui deviennent visibles sous forme de luminescence. Dans le champ, ces alignements vont embrasser de tous les côtés le miroir cathodique, mais leur faisceau plus dense frappe la face concave en regard, laquelle se réchauffe davantage où les points d'arrivée sont plus nombreux. Cet échauffement augmente la raréfaction à proximité de la surface cathodique et donne lieu à l'espace obscur de Hittorf, ce qui explique l'accroissement de cet espace de nature interférentielle lorsque l'action est plus intense.

» Ce serait dans ces conditions et par suite de la modification mécanique de l'absorption partielle et de la réflexion diffuse, que la transformation semblerait avoir lieu. Ceci admis, on peut appliquer à cette catégorie de phénomènes les lois sur la propagation du flux de déplacement ou de polarisation dans un milieu diélectrique : ainsi les équations de Maxwell. Comme les déplacements infiniment petits d'un corps parfaitement élastique suivent les mêmes lois, on passe par l'intermédiaire du flux de déplacement uniforme aux vibrations, et l'on peut établir une liaison mécanique entre le flux électrique et les radiations. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Phénomènes observés à Zi-Ka-Wei (Chine) lors de l'éruption de la Martinique.* Note de M. DE MOIDREY, présentée par M. Mascart.

« L'éruption principale de la Montagne Pelée s'est produite le 8 mai, quelques minutes avant 8^h. Ce jour-là, à 7^h58^m (t. m. de la Martinique), après une longue période de calme magnétique, notre bifilaire indique un accroissement brusque de la composante horizontale, qui reste agitée pendant 8 heures environ.

» De 12^h25^m à 12^h35^m la courbe de cet élément présente, sans doute possible, les caractères d'une agitation mécanique. Il était ici minuit; à cette heure, en pleine campagne, aucune cause accidentelle ne peut influencer nos aimants. D'ailleurs, pendant le même temps, la courbe du grand baromètre enregistreur, habituellement très fine, a son épaisseur augmentée d'environ quatre fois; il ne peut être question d'une onde atmosphérique, mais la colonne de mercure a agi en véritable séismographe; à ce phénomène succède immédiatement un second accroissement assez brusque de la composante horizontale. Une troisième recrudescence, observée de 15^h5^m à 15^h15^m, est suivie d'un calme à peu près complet pendant plus de 7 heures. On remarque alors une faible agitation, puis une nouvelle perturbation qui dure jusqu'au 9 vers 20^h.

» Nous avons donc ici des faits de deux ordres distincts : une perturbation magnétique dont le début coïncide, comme à Paris et à Lyon, avec l'explosion de la Montagne Pelée, et un ébranlement du sol qui aurait mis 4^h27^m à se propager jusqu'ici, à moins qu'il ne corresponde à un des chocs postérieurs.

» L'observatoire de Zi-Ka-Wei est situé, à 10′ près, sur le méridien opposé à celui de la Martinique. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles contributions à la physiologie des leucocytes.* Note de MM. H. STASSANO et F. BILLON, présentée par M. Alfred Giard.

« 1. Le phénomène de Sthör, à savoir la diapédèse des leucocytes à travers les muqueuses, se manifeste d'une façon particulièrement intense le long du tube digestif (Recklingausen). L'un de nous a montré, par différents procédés expérimentaux, que cette diapédèse constitue un des principaux mécanismes par lesquels l'économie se débarrasse des prin-

cipes qui lui sont nuisibles ou simplement inutiles [1]. Le bichlorure de mercure, indiscutablement, introduit dans la circulation s'élimine en grande partie au niveau des voies digestives par l'intermédiaire des leucocytes. On peut s'assurer, par la réaction microchimique du ferrocyanure, qu'il en est de même pour le fer introduit dans les veines sous forme de saccharate; et d'autres observations portent à admettre que la diapédèse leucocytaire intervient dans chaque cas d'élimination intestinale.

» Par la peau et le système pileux s'éliminent aussi nombre de substances, l'arsenic et l'iode en sont les exemples les mieux étudiés. Cette élimination est trop lente pour que l'on puisse établir par l'expérience si les leucocytes y prennent part. Pourtant, l'anatomie comparée et l'expérimentation sur les animaux inférieurs nous autorisent à l'admettre. Le transport des granules excrétoires par les cellules migratrices a été constaté d'une façon certaine dans les groupes animaux les plus variés, des Échinodermes jusqu'aux Vertébrés. Depuis la démonstration donnée par M. Hugo Eisig, en 1879, du rôle excrétoire de l'épiderme des Capitellides, de nombreux travaux sont venus confirmer la théorie de ce savant sur la nature excrétoire des pigments colorés des animaux.

» Bien des faits entraînent également la conviction que les leucocytes sont aussi les agents de l'élimination qui se fait par les glandes. Les leucocytes sont les porteurs exclusifs de l'iode contenu dans le sang normal (Stassano et Bourcet); cela conduit à penser que l'iode, qui se retrouve aussi à l'état normal dans le lait (combiné aux nucléines, Stassano et Bourcet), est apporté par les leucocytes aux glandes mammaires. On sait, aussi, que les glandes en activité sont le siège d'un afflux considérable de leucocytes et l'un de nous (Stassano) a constaté que le mercure, l'arsenic, la strychnine et la morphine, substances auxquelles se rapportent ces observations, se rencontrent dans plusieurs sécrétions, de même que dans les *excreta*, à l'état de véritables combinaisons nucléiniques.

» 2. L'intensité décroissante de l'élimination du mercure dans l'intestin, à partir du duodénum jusqu'au gros intestin, montre que l'activité de la diapédèse leucocytaire varie dans le même rapport d'une région à l'autre du tube digestif. Il a été établi que le pouvoir favorisant sur la digestion trypsique, découvert par Pawlow et Schépowalnikow dans le suc entérique et qu'ils ont appelé *entérokinase*, diminue pareillement à partir

---

(1) Stassano, *Sur le rôle des leucocytes dans l'élimination* (*Comptes rendus*, 8 juillet 1901).

du duodénum, devenant nul au niveau du gros intestin. Ce parallélisme et le fait, constaté par M. Delezenne, que les macérations de leucocytes contiennent un principe analogue à l'*entérokinase*, nous ont amenés à rechercher si le pouvoir activant de la sécrétion entérique ne provient pas, en partie du moins, des leucocytes qui affluent sans cesse en grand nombre dans la muqueuse intestinale.

» Pour éclaircir ce point nous avons exalté expérimentalement cet afflux de leucocytes, par des injections intra-veineuses soit de bichlorure de mercure, soit de saccharate de fer, et nous avons comparé le pouvoir activant ou *kinasique* des nucléo-albumines extraites des intestins sièges de ces intenses leucocytoses, avec celui des nucléo-albumines préparées, en même temps et de la même manière [1], avec des intestins normaux. Le résultat de ces comparaisons, plusieurs fois répétées dans les meilleures conditions, est le suivant : les *nucléo-kinases* de chien mercurialisé et de chien traité par le saccharate de fer sont sensiblement plus actives que les *nucléo-kinases* de chien normal.

» De plus, comme il est certain que la stase sanguine qui accompagne la digestion favorise la diapédèse des leucocytes à travers la muqueuse entérique hyperémiée, nous avons comparé par le même procédé le pouvoir kinasique des nucléo-albumines de l'intestin grêle, du duodénum en particulier, au moment de la digestion, avec celui des nucléo-albumines de muqueuses intestinales de la même région, retirées d'animaux à jeun. Nous avons trouvé également que les premières nucléo-albumines sont plus actives que les secondes.

» Ces résultats concordants nous ont fait examiner si l'action leucocytaire en question est démontrable par l'addition *in vitro* des leucocytes à du suc pancréatique.

» Nous avons constaté, en premier lieu, que la partie liquide des exsudats péritonéaux riches en leucocytes, provoqués chez le cobaye par l'injection de quelques centimètres cubes d'émulsion de lécithine dans de la solution physiologique, possède un pouvoir empêchant vis-à-vis de la digestion trypsique de beaucoup inférieur à celui du plasma sanguin. Nous avons pu apprécier la valeur de cette action empêchante, indépendamment de l'action particulière aux leucocytes, en faisant tomber quelques gouttes de ces exsudats, aussitôt retirés du péritoine du cobaye, dans du suc pancréatique préalablement dilué dans une solution de fluorure de sodium; cette substance, on le sait, empêche les leucocytes de se détruire et de mettre en liberté les principes diastasiques tels que le fibrin-ferment qu'ils contiennent. En opérant, au contraire, l'addition des gouttes d'exsudat, après y avoir provoqué la désagrégation des leucocytes, par deux ou trois congélations successives, nous avons laissé agir librement sur

(1) Stassano et Billon, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 31 mai et 26 juillet 1902.

le suc pancréatique les produits apportés par les leucocytes. Dans ce cas, nous avons constaté sur le suc une action kinasique très nette, quoique bien inférieure à l'action exercée sur d'autres échantillons du même suc pancréatique par des *nucléo-kinases* intestinales de différentes provenances.

» Cette différence quantitative est bien naturelle si l'on considère que les leucocytes des exsudats ont subi, depuis leur sortie de la circulation, des modifications telles qu'ils ne peuvent qu'avoir perdu, ou consommé à leur profit, une grande partie de la kinase dont ils disposent à l'état normal.

» L'augmentation du pouvoir favorisant de la muqueuse entérique sur la digestion trypsique, observée par nous, soit pendant les périodes d'activité digestive chez l'organisme normal, soit à la suite d'injections de sels de mercure et de fer, doit être attribuée à l'accroissement de la diapédèse leucocytaire dont l'intestin est le siège d'une façon continue. La signification de cette diapédèse est pourtant double : c'est un mécanisme physiologique d'élimination, en même temps qu'un concours réel aux actes digestifs.

» On s'accordait à considérer les leucocytes comme offrant, parmi les nombreuses variétés de cellule des tissus, l'exemple le mieux caractérisé de la digestion primordiale, intracellulaire. Leur participation aux processus digestifs extracellulaires, que les observations de M. Delezenne et nos expériences ci-dessus viennent de mettre en lumière, constitue, sans aucun doute, un fait biologique d'une importance toute particulière. »

PATHOGÉNIE. — *Hémoglobinurie d'origine musculaire.*

Note de MM. **Jean Camus** et **P. Pagniez**, présentée par M. Bouchard.

« De nombreuses contradictions existent parmi les opinions émises sur la pathogénie de l'hémoglobinurie. Les différentes théories peuvent se ramener à deux : la première suppose qu'il y a hémoglobinhémie avant l'hémoglobinurie ; la seconde, que la destruction des globules rouges a lieu au niveau du rein : c'est la théorie rénale. Toutes deux s'accordent sur un fait qui semble capital : c'est que l'hémoglobine provient toujours des globules rouges, en quelque endroit et de quelque manière qu'ils soient lésés. Sans une destruction, et une destruction relativement intense des hématies, il n'y a pas, suivant les auteurs classiques, d'hémoglobinurie.

» Nous avons cherché si d'autres parties de l'organisme contenant de l'hémoglobine ne peuvent jouer un rôle dans l'hémoglobinurie. Nous nous sommes adressés au muscle.

» Sur un chien chloralosé, on incise la cuisse ou résèque un ou deux muscles (15^g et moins pour un chien de 10^{kg}); on essuie ces muscles pour enlever la plus grande partie du sang, puis on les coupe dans des tubes contenus dans un mélange réfrigérant. Les muscles sont triturés et lavés à plusieurs reprises à l'eau distillée; on filtre et l'on ajoute du NaCl pour avoir une solution isotonique au sang. On a ainsi une solution de suc musculaire rouge ou rose d'environ 50^{cm^3} à 60^{cm^3} qu'on injecte dans la veine saphène du chien toujours endormi. Par une sonde vésicale, on recueille l'urine de 10 minutes en 10 minutes. En 10 à 30 minutes, on obtient une urine rose ou rouge foncé, suivant la quantité injectée. Cette urine ne contient pas de globules; elle donne au spectroscope les deux raies de l'oxyhémoglobine; il y a hémoglobinurie. En même temps, on fait une prise de sang dans l'artère fémorale; ce sang oxalaté et centrifugé fournit un plasma qui, fait très surprenant, n'est pas ou est à peine teinté. Le résultat est le même si l'on injecte à un animal *non endormi* une solution provenant des muscles d'un autre chien.

» Il y a ici un phénomène tout à fait différent de celui qui se passe quand on injecte une solution d'hémoglobine provenant de la destruction de globules rouges. Il faut, en effet, dans ce cas, injecter une quantité beaucoup plus considérable d'hémoglobine. Ponfick estime à $\frac{1}{60}$ de la masse des hématies la destruction nécessaire pour donner de l'hémoglobinurie.

» Nos expériences, pratiquées sur de nombreux chiens et lapins, nous ont fourni des chiffres assez peu différents de celui de Ponfick.

» Nous avons également dosé au colorimètre l'hémoglobine dans le sang oxalaté et centrifugé des chiens auxquels nous avons injecté des solutions d'hémoglobine globulaire. Sans nous arrêter à des dosages très précis, sur lesquels nous reviendrons, retenons seulement cette différence que l'hémoglobinurie, causée par la destruction, dans le sang, des hématies, est nécessairement précédée d'hémoglobinhémie intense et que l'hémoglobinurie par injection d'extrait de muscle donne à peine une teinte imperceptible du plasma. Il est évident que, le suc musculaire contenant de l'hémoglobine, de grandes injections de ce suc coloreraient proportionnellement le plasma.

» Ce phénomène peut-il se produire à la suite de lésions musculaires?

» Chez un chien de $9^{kg},5$ chloralosé, nous injectons en 30 secondes 150^g d'eau distillée à + 5° dans les muscles des cuisses; à la suite de ces injections un peu brutales, les muscles se contracturent et du tremblement apparaît. Les muscles sont massés et, 30 secondes après l'injection, nous avons de l'hémoglobinurie peu marquée, mais très nette. Le plasma est devenu, dans ce cas, de coloration rose; il est probable qu'une partie de l'eau distillée injectée avait pénétré dans les vaisseaux et occasionné des destructions globulaires; mais la quantité d'hémoglobine contenue dans ce plasma,

estimée au colorimètre, était encore bien inférieure à la quantité minima trouvée dans les hémoglobinuries par destruction globulaire.

» Y a-t-il dans le suc musculaire des substances qui, agissant sur le rein, facilitent le passage de petites quantités d'hémoglobine?

» Si ces substances existent, elles ne sont pas détruites par le chauffage à 56°. La solution musculaire portée 15 minutes à 56°, filtrée et injectée, donne encore de l'hémoglobinurie. Bouilli et débarrassé après filtration de son hémoglobine, le suc musculaire ne donne plus d'hémoglobinurie.

» Si, à de l'extrait de muscle bouilli, on ajoute une solution d'hémoglobine (correspondant à 5^{cg} de sang pour un chien de 13^{kg}) et qu'on injecte ce mélange, on n'obtient pas d'hémoglobinurie, bien que le plasma soit nettement rose. Il faut donc admettre, ou que des substances musculaires agissant sur le rein facilitent le passage de l'hémoglobine (substances hypothétiques non détruites à 56° et détruites à 100°), ou que l'hémoglobine du muscle traverse plus facilement le rein que l'hémoglobine des globules.

» Disons incidemment qu'une solution de foie traité de la même manière que le muscle ne donne pas, au moins à quantité égale, d'hémoglobinurie.

» Ces expériences peuvent-elles avoir une portée clinique? Nous le croyons, pour des raisons tirées de la pathologie humaine, et surtout de la médecine vétérinaire : ces faits expliquent les cas où le sérum des malades a été trouvé normal ou non modifié pendant les crises, sans être en contradiction avec ceux où il était coloré; ils expliquent les cas où les globules des malades ont résisté *in vitro* au froid (expériences de M. Hayem) et, à plus forte raison, devaient résister dans l'organisme. Encore faudrait-il que des lésions musculaires certaines permettant la sortie du suc musculaire vinssent confirmer la pathogénie que nous proposons; mais les autopsies en état de crise sont rares chez l'homme. On peut au moins invoquer chez lui les douleurs musculaires signalées par beaucoup d'auteurs, et le fait que l'hémoglobinurie peut survenir à la suite de fatigues. Une preuve éclatante nous est offerte par la pathologie animale, et certains médecins vétérinaires, M. Jobelot (1900) en particulier, affirment que des lésions de myosite, pouvant aller jusqu'à l'impotence, existent toujours marquées dans l'hémoglobinurie *a frigore* du cheval. Cet auteur, et déjà M. Lucet (1892), ont d'ailleurs émis des hypothèses sur le rôle du muscle dans l'hémoglobinurie. Nous ne croyons pas qu'on ait jusqu'à présent démontré expérimentalement l'influence du muscle dans l'hémoglobinurie.

» Pour évident que nous semble ce rôle dans l'hémoglobinurie causée par le froid ou la fatigue, nous ne voulons pas nier l'hémoglobinurie précédée de grande hémoglobinhémie dans des infections et intoxications globulaires intenses; nous avons décrit d'autre part une hémoglobinurie d'origine urinaire par action nocive de l'urine sur les globules. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence d'une kinase dans le venin des serpents*. Note de M. C. **Delezenne**.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré que certains microorganismes sécrètent des diastases ayant les mêmes propriétés que l'entérokinase. Comme le ferment du suc intestinal ou la kinase leucocytaire, ces diastases sont capables, en effet, de conférer aux sucs pancréatiques, totalement inactifs vis-à-vis de l'albumine, un pouvoir protéolytique des plus manifestes.

» J'ai observé que le venin des serpents qui, à beaucoup d'égards, mérite d'être rapproché des toxines et des diastases microbiennes, est doué, lui aussi, de propriétés kinasiques très énergiques. Ce fait peut être mis facilement en évidence en s'adressant au venin de cobra, au venin de bothrops ou à celui de la vipère.

» Je me suis servi, pour mes expériences, de venins qui avaient été desséchés aussitôt que la récolte en avait été faite et qui avaient été conservés à l'abri de l'air et de la lumière ([2]). Ces venins étaient redissous dans l'eau distillée et filtrés sur bougie Berkefeld, au moment où l'on voulait en faire usage.

» Je me suis assuré que les solutions ainsi préparées n'exercent par elles-mêmes aucune action digestive sur l'ovalbumine coagulée. Quelle que soit la dose employée et quelle que soit la durée de l'expérience, les cubes d'albumine introduits aseptiquement dans la solution de venin restent absolument intacts ([3]). Ajoutés, à très faible

([1]) *Comptes rendus*, 28 juillet 1902.

([2]) Ces venins ont été mis obligeamment à ma disposition par M. Calmette et M. G. Bertrand. Je leur adresse tous mes remercîments.

([3]) Nous avons constaté que les solutions de venin complètement dépourvues d'action protéolytique vis-à-vis de l'albumine étaient cependant capables de liquéfier la gélatine, même lorsqu'elles étaient ajoutées à cette substance à dose relativement faible. Ce fait, rapproché de ceux que nous avons signalés précédemment à propos de l'action de certains filtrats microbiens, montre que l'on n'est pas en droit d'identifier, comme l'ont fait certains auteurs, les diastases liquéfiant la gélatine avec la trypsine. J'aurai d'ailleurs l'occasion de revenir en détail sur cette question.

ıtéolytique vis-
ˌestif extrême-

ıffisait généra-
ı au $\frac{1}{1000}$, soit
ne de 0g,50 en
t parfois même
différence que
complète.
dent, mais son
ˌyait à la dose
souvent néces-
ême résultat.
ment leur pou-
ı5 minutes.

ıt les mêmes
ınases micro-
les processus
ıutre part, du
ˌ me propose

la résistance
ːR et LESAGE,

actique (2) la
ırel d'étendre
ıivants se rap-

aux règles clas-
ˌ l'expérimenta-

ıabitude de rap-
ns, ne possèdent
lonné également

qui a bien voulu

» Pour évide
par le froid ou l
cédée de granc
globulaires inte
d'origine urinai

CHIMIE BIC

« Dans une
microorganism
l'entérokinase.
cytaire, ces dia
tiques, totalem
des plus manife
» J'ai obser
mérite d'être
doué, lui aussi
mis facilement
bothrops ou à
» Je me sui
desséchés auss
servés à l'abri
dans l'eau dis
voulait en fair

» Je me suis
aucune action di
et quelle que soi
quement dans la

(1) *Comptes*
(2) Ces venin
M. G. Bertrand.
(3) Nous avo
d'action protéol
la gélatine, mên
faible. Ce fait, r
l'action de certa
comme l'ont fai
J'aurai d'ailleur

nationale, l'hospitalité du *Bulletin* que publie cette Société a été offerte à l'auteur par son éminent président d'alors, M. Adolphe Carnot; puis l'approche de la troisième réunion de la Conférence internationale du Mètre, convoquée pour le 15 octobre 1901, était un moment particulièrement propice à une vue d'ensemble, avant la discussion du programme nouveau donnant aux recherches du Bureau international de nouvelles directions. L'idée de faire coïncider la publication de ce Travail avec l'ouverture de la Conférence reçut l'approbation de M. le professeur Foerster, président du Comité international, qui a bien voulu le présenter à cette Assemblée. Les délibérations de la Conférence de 1901 ont pu encore, dans le présent Ouvrage, être résumées dans une Note qui le termine.

Table des Matières.

31870 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

dose, à des sucs pancréatiques dépourvus eux-mêmes de toute action protéolytique vis-à-vis de l'albumine, les venins confèrent à ces derniers un pouvoir digestif extrêmement marqué.

» Avec le venin de bothrops que nous avions à notre disposition, il suffisait généralement d'ajouter à 1^{cm^3} de suc pancréatique $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} d'une solution au $\frac{1}{1000}$, soit $0^{mg},5$ à 1^{mg} de venin, pour obtenir la digestion d'un cube d'albumine de $0^{g},50$ en l'espace de 10 à 12 heures. Des doses beaucoup plus faibles, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, et parfois même $\frac{1}{50}$ de milligramme, donnaient encore le même résultat, avec cette seule différence que la digestion mettait 24 heures, 48 heures et même 72 heures pour être complète.

» Le venin de cobra s'est montré un peu moins actif que le précédent, mais son action était habituellement encore des plus évidentes lorsqu'on l'employait à la dose de $\frac{1}{5}$ ou même de $\frac{1}{10}$ de milligramme. Quant au venin de vipère, il était souvent nécessaire de l'employer à dose cinq à dix fois plus forte, pour obtenir le même résultat.

» Je me suis assuré, d'autre part, que ces venins perdent complètement leur pouvoir kinasique lorsqu'ils sont portés à la température de 100° pendant 15 minutes.

» Le venin des serpents renferme donc une diastase ayant les mêmes propriétés que l'entérokinase, la kinase leucocytaire ou les kinases microbiennes [1]. Cette diastase est-elle de quelque utilité dans les processus digestifs chez l'animal qui la produit? Est-elle distincte, d'autre part, du principe qui donne aux venins leur toxicité? C'est ce que je me propose d'examiner ultérieurement. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Toxine tétanique; observations de la résistance électrique et de l'indice de réfraction.* Note de MM. **Dongier** et **Lesage**, présentée par M. Amagat.

« Nous avons déjà appliqué à l'étude de la fermentation lactique [2] la méthode de mesure de la résistance électrique. Il était naturel d'étendre ces recherches à d'autres cultures microbiennes; les faits suivants se rapportent au bacille du tétanos [3].

» I. Si l'on cultive en bouillon le bacille tétanique en se conformant aux règles classiques (8 jours d'étuve et contrôle de la production de la toxine par l'expérimenta-

(1) Les toxines végétales, telles que la ricine et l'abrine, qu'on a l'habitude de rapprocher des produits solubles sécrétés par les microbes ou des venins, ne possèdent pas de propriétés kinasiques. La sécrétion buccale de la sangsue m'a donné également des résultats négatifs.

(2) *Comptes rendus*, 10 mars 1902.

(3) Nous remercions vivement M. Momont, de l'Institut Pasteur, qui a bien voulu fournir une partie de nos matériaux d'étude.

tion), on observe, comme dans le cas de la fermentation lactique, un abaissement de la résistivité par rapport à celle du bouillon témoin placé dans les mêmes conditions. Voici quelques exemples :

	Résistivité.					
	$t = 25°$.	$t = 25°$.	$t = 25°$.	$t = 25°$.	$t = 16°,7$.	
Bouillon témoin....	$59^{\omega},6$	$68^{\omega},0$	$68^{\omega},5$	$57^{\omega},8$	$105^{\omega},5$	
Bouillon avec toxine tétanique........	$50^{\omega},5$	$58^{\omega},7$	$62^{\omega},8$	$50^{\omega},2$	$80^{\omega},5$	....

» Ce résultat est intéressant, parce qu'il n'en est pas ainsi de tous les microbes. Les uns ne modifient pas la résistivité du bouillon de culture, tandis que les autres l'élèvent. Cette propriété de ne pas modifier, d'augmenter ou de diminuer la résistivité du milieu, peut servir de règle pour la différenciation des microorganismes.

» II. La valeur de la résistivité du bouillon tétanique est la même avant et après la filtration. Le bacille tétanique ne modifie donc point par sa présence la conductibilité électrique du milieu; il agit en cela à la manière des matières albuminoïdes qui, on le sait, n'influent pas sur l'ionisation des solutions salines.

» III. On sait que la toxine tétanique portée à l'ébullition perd ses propriétés physiologiques. Dans ce cas, nous avons noté que la résistivité du milieu ne changeait pas; ainsi, l'augmentation de la conductibilité du bouillon de culture sous l'influence de l'évolution microbienne ne serait pas due à la toxine tétanique.

» IV. On sait d'autre part que, dans l'expérience classique de Wassermann, la cervelle fraîche mise en présence du bouillon chargé de toxine tétanique s'empare de cette dernière. L'observation de ce bouillon non dilué nous a montré que sa résistivité avait augmenté après le contact de la cervelle. Celle-ci, qui retient la toxine tétanique, paraît donc fixer également une partie des produits qui, élaborés par le microbe, avaient abaissé la résistivité du bouillon de culture. Ce résultat est confirmé par le fait que le passage sur la cervelle ne modifie pas la résistivité du bouillon témoin. Citons quelques résultats :

Toxine tétanique	avant passage sur cervelle.	60^{ω}	$60^{\omega},9$	$50^{\omega},2$	$50^{\omega},5$	...
	après passage » .	$64^{\omega},7$	$71^{\omega},5$	$55^{\omega},9$	$59^{\omega},1$	...
Bouillon témoin	avant passage sur cervelle.	$57^{\omega},8$	$59^{\omega},6$	$68^{\omega},5$	»	...
	après passage » .	$58^{\omega},3$	$59^{\omega},6$	$68^{\omega},9$	»	...

» V. La mesure des indices de réfraction du bouillon témoin, du bouillon avec toxine tétanique, soumis ou non à l'ébullition, avant et après le passage sur la cervelle, n'a pas mis en évidence des différences qui fussent caractéristiques. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Distribution des corps suprarénaux des Plagiostomes.* Note de M. Ed. Grynfeltt, présentée par M. Alfred Giard.

« Les auteurs qui ont étudié la répartition des corps suprarénaux dans la cavité abdominale des Plagiostomes se sont contentés d'indiquer qu'ils

étaient métamériques. Pour beaucoup d'espèces, cette notion répond assez bien à la réalité des faits, si l'on se contente d'examiner dans ses grandes lignes le mode de distribution de ces organes. Mais, si l'on étudie avec soin certaines espèces, et si l'on compare le nombre des corps suprarénaux à celui des segments de la région qu'ils occupent, on est frappé de la divergence qui existe entre ces deux nombres. L'explication de cette irrégularité, dans la métamérie des organes en question, m'a été donnée par l'étude de préparations où le système vasculaire sanguin a été injecté par les méthodes histologiques. On peut ainsi obtenir des préparations d'ensemble, faciles à étudier au microscope : la physionomie toute spéciale des réseaux vasculaires dans ces corps, dont j'ai donné antérieurement la description, permet toujours de les reconnaître dans les préparations et de les dénombrer. Du même coup sont mises en évidence les connexions si étroites des corps suprarénaux avec le système artériel, connexions qui ont une importance très grande pour faire comprendre la distribution de ces corps. En effet, sur de telles préparations, on peut voir que, chez les Squales, ces corps sont typiquement métamériques, mais que, toutefois, leur nombre et leur position sont réglés par le nombre des artères segmentaires. Là où ces artères se répètent régulièrement dans chaque segment (*Acanthias vulgaris*, *A. Blainvillei*, *Mustulus lævis*, *M. vulgaris*, *Galeus canis*, *Squatina angelus*, *Hexanchus griseus*, *Echinorhinus spinosus*), le nombre des corps suprarénaux est le plus élevé; il y en a presque autant de paires qu'il y a de segments dans la cavité abdominale. En effet, ainsi que l'ont montré les auteurs, le corps suprarénal antérieur ou corps axillaire résulte toujours de la fusion d'un certain nombre de corps. Par conséquent, la faible différence que l'on trouve entre le nombre des segments et celui des corps, y compris l'axillaire, compté pour un seul, s'explique par la fusion dont un certain nombre des corps antérieurs ont été l'objet pour donner naissance à l'axillaire.

» Lorsque les artères de deux segments consécutifs naissent d'une seule branche aortique, les corps suprarénaux placés à leur niveau tendent à se fusionner, et se fusionnent souvent. Ce fait s'observe surtout chez le *Scyllium catulus* et *Sc. canicula*. Ces fusions se présentent presque exclusivement dans la portion abdominale antérieure et s'étendent en arrière beaucoup plus loin chez les *Scyllium* que chez les autres espèces mentionnées plus haut. Mais, ici encore, le nombre des corps suprarénaux n'est pas sensiblement inférieur à celui des segments, si l'on tient compte, dans leur dénombrement, de ce que des masses suprarénales résultent de la juxtaposition de deux ou trois de ces organes. L'indépendance relative des réseaux vasculaires dans les pièces injectées et étudiées histologiquement permet, le plus souvent, d'évaluer exactement

le nombre de corps ayant participé à cette fusion. Il en résulte cependant une irrégularité apparente, sur des pièces non injectées, et d'autant plus frappante que la disposition des artères n'est pas toujours la même à droite et à gauche de la ligne médiane, et que, par suite, il y a une asymétrie plus ou moins marquée entre des corps de la même paire. Chez la *Centrina vulpecula*, il y a une irrégularité manifeste dans la métamérie artérielle : parallèlement à la réduction du nombre des artères segmentaires, nous assistons à une diminution du nombre des corps suprarénaux, si bien que, pour 41 segments, on ne compte plus en moyenne que 27 corps. La différence est donc de 14 entre les deux chiffres. On ne saurait ici considérer le corps axillaire comme la compensant; car, d'après sa taille, il n'est guère plus gros relativement que celui des autres Squales, où il représente tout au plus 4 à 5 corps fusionnés. Par conséquent, la *Centrina* offre une discordance marquée entre le nombre des corps suprarénaux et celui des segments vertébraux. C'est un type servant de transition, à ce point de vue, entre les Squales à métamérie suprarénale régulière et les Raies, où cette métamérie est devenue irrégulière au point d'être méconnaissable, s'il n'y avait une série de transitions.

» Parmi ces Raies, la *Torpedo marmorata* est une des espèces où le nombre des corps suprarénaux est le plus élevé par rapport au nombre des segments. On peut en trouver jusqu'à 14 paires, plus l'axillaire, sur les 25 segments de la cavité abdominale. Ici encore, la réduction du nombre des corps suprarénaux est concomitante avec celle du nombre des artères segmentaires. Chez diverses espèces étudiées du genre *Raja* (*R. clavata*, *R. marginata*, *R. mosaïca*, *R. punctata*), la disposition est à peu près la même que chez la Torpille. Chez la *Myliobatis aquila*, et surtout la *Trigon pastinaca*, la discordance est encore plus marquée, puisque, y compris l'axillaire, on trouve chez cette dernière espèce tout au plus 20 corps de part et d'autre de la ligne médiane (l'irrégularité de leur distribution est telle que l'on ne saurait parler ici de paires), tandis que le nombre des segments s'élève à 64. Chez les Raies, la numération des corps suprarénaux est du reste très difficile, car on y rencontre de longues bandes de substance suprarénale, enveloppant les branches anastomotiques jetées entre deux intercostales consécutives, souvent séparées l'une de l'autre par la longueur de plusieurs segments, et dans lesquelles il est impossible, ainsi qu'on peut le faire chez la plupart des Squales, de compter les unités suprarénales ayant pris part à leur constitution.

» Toutefois, en multipliant les observations sur des pièces injectées, on constate que, chez les Raies, les corps suprarénaux sont, au même titre que chez les Squales, en rapports étroits avec les branches artérielles émanées de l'aorte; ce fait a été signalé déjà, et avec raison, par Pettit, contrairement à l'opinion précédemment émise par Chevrel.

» On trouvera des détails et des renseignements bibliographiques plus étendus, relatifs à cette question, dans un Mémoire qui sera publié incessamment. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la durée germinative des graines.* Note de M. **Jules Poisson**, présentée par M. Dehérain.

« Les recherches que M. Maquenne poursuit depuis déjà plusieurs années sur l'hygrométricité des graines (¹) ont appelé de nouveau l'attention sur la question de leur durée germinative et ont montré notamment que l'humidité est préjudiciable à leur conservation. C'est là un résultat important; cependant, il semble que l'influence funeste de l'eau s'exerce sur certaines espèces et devienne moins sensible sur d'autres, sans doute à la suite d'une adaptation préalable, et c'est cette vitalité qui m'engage à faire connaître quelques nouvelles observations qui me sont pour la plupart personnelles.

» Pour certaines graines, la germination doit s'effectuer hâtivement; citons celles du Poivrier, du Muscadier, des *Hevea*, du Cacaoyer et nombre d'espèces similaires parmi les Palmiers, les Conifères, les Amentacées, etc.

» Pour d'autres, le pouvoir germinatif dure de longues années, lorsqu'on a soin de les soustraire à certaines influences extérieures fâcheuses. Dans une Note encore récente (²), j'émettais l'opinion que ces influences préjudiciables sont : 1° les températures extrêmes; 2° le manque de siccité de l'air; 3° l'action de l'oxygène; et 4° la lumière.

» On trouve enfin des graines vis-à-vis desquelles la nature semble n'avoir pris aucune précaution, et qui pourtant possèdent la faculté de germer après de longues périodes de sommeil. Nous ne parlerons pas des céréales des sépultures anciennes; les observations de De Candolle (³) et de Gain (⁴) ont clos définitivement le débat à leur sujet. Les observations citées par Michalet (⁵) sont plus instructives : leur auteur a vu surgir un

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXIX, p. 773; *Ann. agron.*, t. XXVI, p. 321; *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 1243, et t. CXXXV, p. 208.

(²) *Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences,* année 1900.

(³) *Ann. des Sc. nat.* (*Botanique*), 3e série, t. II, p. 373. — *Origine des plantes cultivées,* p. 290.

(⁴) *Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 1248.

(⁵) *Bull. de la Soc. bot. de France,* 1860, p. 334. Voir aussi les observations de l'abbé Audierne dans la Notice de Ch. Des Moulins (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux,* t. VII, p. 65) et celles antérieures de Dureau de la Malle : *Sur l'alternance de la reproduction des espèces végétales* (*Ann. des Sc. nat.*, 1re série, t. V, p. 353).

Galium absolument inconnu de la région qu'il habitait, à la suite d'un dépôt de sable issu d'une sablonnière avoisinante, et il était convaincu que les semences qui l'ont produit étaient dans le sol depuis de nombreux siècles. Il mentionne encore d'autres espèces, mais celles qui nous intéressent le plus sont les sortes aquatiques : *Chara*, *Potamogeton*, *Naias*, *Villarsia*, *Nuphar*, etc., qu'a constatées Michalet. Toutefois, pour les espèces sylvicoles, nous citerons un nouvel exemple. Plusieurs observateurs ont vu surgir, après une coupe de bois, la Digitale, les Campanules, qui recherchent la lumière, et bien d'autres espèces encore, auxquelles nous ajouterons la suivante :

» 1° Dans le parc du château de Combreux, en Seine-et-Marne, appartenant à M. L. Hennecart, chaque fois que, dans une portion déterminée de ce parc on fait, la coupe du bois, apparaît en quantité une Légumineuse annuelle, le *Lathyrus Nissolia*. La plante se ressème durant quelques années, mais, dès que les arbres repoussent et font ombrage, le *Lathyrus* disparaît. 30 ans après, nouvelle coupe, et la Légumineuse réapparaît. Le chef de la famille Hennecart, ayant vécu 92 ans, a pu, à plusieurs reprises, constater le fait.

» Les graines des végétaux croissant habituellement près des cours d'eau méritent une attention spéciale.

» 2° Nous avons assisté, dans notre enfance, à la prise de terre faite par le Dr Boisduval lorsqu'on creusait profondément le sol occupé jusqu'alors par les vieilles maisons de la Cité, à Paris, en vue d'y établir les édifices qu'on y voit aujourd'hui. Revenu chez lui, rue de l'Estrapade, Boisduval répandit cette terre sur deux vases pleins de terre de son jardin et, 1 mois après, il avait deux superbes potées de *Juncus bufonius* qui croît en lieux humides, « conditions analogues à celles qu'offrait le sol sur lequel fut » bâtie Lutèce », dit Duchartre dans ses *Éléments de Botanique* (3e édit., p. 838).

» 3° Le *Coleanthus subtilis*, petite Graminée observée il y a 40 ans aux bords des étangs en Bretagne, inspira au professeur Sirodot un excellent article (1). Il constata qu'elle n'apparaissait que les années où les étangs découvraient exceptionnellement leurs rives. A l'étang de Paimpont, on n'a vu cette plante que lorsque les eaux avaient baissé comme elles ne l'avaient pas fait depuis 30 et 40 ans. « N'est-ce pas un fait » intéressant, dit-il, qui prouve que les graines de *Coleanthus* peuvent se conserver » sous l'eau pendant une longue série d'années. » Enfin, l'auteur cite d'autres espèces (telle est l'*Eleocharis ovata*) ne se montrant qu'après un retrait notable des eaux.

» 4° Le *Carex cyperoides* est bien connu des botanistes par son habitat spécial sur l'emplacement des étangs asséchés. Ce *Carex* foisonnait à l'étang d'Armanvillers (Seine-et-Marne) quand son possesseur préférait mettre celui-ci en culture. La propriété passant en d'autres mains, l'étang était à nouveau rempli ; alors le *Carex*

---

(1) *Ann. des Sc. nat.* (*Botanique*), 5e série, t. X, p. 65.

disparaissait. Des périodes de 20 et 30 ans se sont écoulées dans l'une ou l'autre de ces conditions, et, chaque fois que l'on assèche l'étang, le *Carex* reparaît.

» 5° Aux environs d'Abbeville, sur des terres ayant pendant près de 2 siècles appartenu à la famille de Brutelette, le botaniste de ce nom a fait la remarque suivante: Des prés trop humides sont fréquemment drainés au moyen de fossés, qui seront comblés ultérieurement après asséchement du sol. La terre mise en ados le long des fossés se couvre, peu de jours après la fouille, d'une multitude de germinations d'Aulnes. Cependant, jamais, autant que le souvenir a pu remonter, les gens du pays n'ont vu en cet endroit, ni dans le voisinage, les Aulnes qui ont produit ces graines.

» Si l'on rapproche ces observations de celles des savants précités, on est frappé de voir que les plantes végétant d'habitude dans des conditions nécessaires d'humidité ont le privilège de conserver leurs graines plus longtemps que les autres, mais elles ne doivent pas, semble-t-il, quitter ce milieu humide. Nous avons la conviction que les graines de maintes autres espèces d'habitat semblable sont dans le même cas. Que ces graines aient un albumen farineux entouré d'une couche protéique (¹) comme le *Juncus*, le *Coleanthus* ou le *Carex*, ou sans albumen comme le *Lathyrus* et l'*Alnus*, la durée de la conservation est identique.

» Il ressort de ce qui précède que, si l'état d'étouffement et la siccité du milieu ambiant sont nécessaires pour assurer la conservation de quantité de graines, ces conditions paraissent indifférentes à d'autres sortes, parmi lesquelles beaucoup de marécageuses qui possèdent ou ont acquis par accoutumance le pouvoir de résister aux actions destructives de l'air et de l'eau. A quoi tient cette immunité? Sur ce point, la discussion reste ouverte et de nouvelles recherches sont nécessaires pour résoudre d'une manière définitive la question que nous avons cru devoir soulever dans la présente Note. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La vérification de la loi des hauteurs barométriques.* Note de M. W. DE FONVIELLE. (Extrait par l'auteur.)

« Le 15 janvier 1872, une Commission de l'Académie (²) approuva les projets d'observations de Physique et d'Astronomie que j'avais exposés dans

(¹) Cette couche existe dans toutes les graines de Monocotylédones, dont l'albumen est amylacé et se formant dans le sac embryonnaire; conséquemment, elle est absente autour du périsperme des Scitaminées.

(²) Cette Commission était composée de MM. Becquerel père et fils, Le Verrier, Dupuy de Lôme et Regnault.

diverses Communications insérées aux *Comptes rendus* pendant l'année 1871. Cette Commission traça même, à cette occasion, un plan de vérifications de la loi des hauteurs barométriques, dont elle signalait l'urgence. La difficulté de ces opérations m'empêcha de les effectuer, comme j'en aurais eu le désir. Mais il est devenu impossible de se soustraire à ce genre de recherches. En effet, au Congrès scientifique d'aérostation tenu à Berlin, des savants autorisés ont discuté sur la comparaison d'altitudes enregistrées à 12000^{m} et 14000^{m}, c'est-à-dire dans des conditions telles que les hauteurs enregistrées ne peuvent être évaluées qu'avec une exactitude tout à fait problématique. Ne sont-elles pas quadruples ou quintuples de celles dont le baron Ramond s'est servi pour établir la valeur numérique de son coefficient? Il s'est adressé à MM. Hermite et Besançon qui, par leurs ascensions de ballons-sondes, exécutées en 1892, ont donné l'impulsion au mouvement d'exploration de la haute atmosphère.

» La base de la vérification sera, comme les commissaires de 1872 l'ont demandé, la visée trigonométrique d'une boule brillante ou d'une lampe électrique, suspendue à une certaine distance au-dessous du ballon. Les deux stations seront placées à deux des plates-formes de la Tour Eiffel. Les départs, soit par ballons-sondes, soit par ballons montés, seront exécutés du parc de l'Aéro-Club aux coteaux de Saint-Cloud, qui est relié lui-même téléphoniquement avec la Tour.

» On attachera au ballon une seconde série d'enregistreurs, placés à une distance connue, et l'on verra si les indications de cette seconde série peuvent être déduites de la première, en appliquant à cette distance la loi des hauteurs barométriques avec les corrections convenables.

» Les ascensions, soit libres, soit montées, auront lieu à des hauteurs de plus en plus grandes, au fur et à mesure des progrès faits dans l'art d'exécuter ces difficiles opérations.

» Le ballon pourra recevoir deux nacelles dans les ascensions montées; alors les observations seront faites comparativement avec les instruments les plus délicats. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AOUT 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Résistance à la traction du béton armé.* Note de M. CONSIDÈRE.

« J'ai rendu compte à l'Académie, les 12 décembre 1898 et 2 janvier 1899, des résultats d'expériences faites sur de petits prismes de mortier armé, pour déterminer les lois de la résistance à la traction, et, le 18 septembre 1899, d'expériences montrant les effets du retrait que le ciment prend dans l'air et de la dilatation qu'il subit dans l'eau.

» La Commission nommée par M. le Ministre des Travaux publics pour étudier l'application du béton armé aux travaux publics a fait faire des expériences destinées à vérifier l'exactitude des conclusions que j'avais formulées. Elles ont été faites avec une compétence remarquable, sous la direction de M. Mesnager, par ses habiles collaborateurs MM. Klein et Mercier. On va rendre compte des résultats de celles de ces expériences qui ont mis directement en lumière les lois de la déformation du béton tendu.

» Elles ont porté sur des prismes de 2^{m} de longueur dont la section carrée avait $0^{m},10$ de côté. Ils étaient armés, près des angles, de quatre fils de fer dont la section totale était de 113^{mm^2}. Le béton employé renfermait 300^{kg} de ciment de Portland pour $0^{m^3},800$ de gravier passant au crible de 25^{mm} et $0^{m^3},400$ de sable passant au tamis de 5^{mm}.

» Conformément à la Communication du 18 septembre, on a constaté que le retrait du béton avait imposé aux armatures un raccourcissement important. Il était de $0^{mm},21$ par mètre et dénotait une compression de $4^{kg},60$ par millimètre carré. En tenant compte du rapport des sections du

métal et du béton, on constate que le béton avait une tension antagoniste de $5^{kg},20$ par centimètre carré, avant que le prisme fût soumis à un effort extérieur.

» Expériences de traction. — On voulait déterminer séparément les efforts que produisaient le métal, d'une part, le béton, de l'autre. On y est arrivé par le procédé suivant :

» Les variations de l'effort des armatures, pression ou tension, étaient calculées immédiatement en multipliant les variations mesurées de longueur du métal par son coefficient d'élasticité préalablement déterminé et par la section des armatures.

» Pour déduire, des variations ainsi calculées de l'effort produit par les armatures, les valeurs absolues de cet effort aux divers moments de l'expérience, il suffisait de déterminer l'effort que les armatures produisaient à la fin du déchargement. On y est arrivé en dégageant avec précaution les armatures du béton et en mesurant le changement produit dans leur longueur par cette opération qui leur permettait de revenir à l'état d'équilibre et à leur longueur naturelle.

» Les résultats des expériences de traction faites sur les prismes en question ont été graphiqués par la machine d'essai elle-même, par suite de dispositions qui rendaient les déplacements d'un style enregistreur proportionnels aux allongements des prismes dans le sens des abscisses ($0^{m},10$ par millimètre d'allongement) et aux efforts de traction dans le sens des ordonnées ($0^{m},001$ par 100^{kg} d'effort).

» Le graphique a été réduit dans la proportion de $\frac{1}{4}$.

» Sur chacun des graphiques ainsi dessinés par la machine, on a tracé une ligne FF′ dont les ordonnées sont égales aux efforts produits par les armatures : tensions au-dessus de OO′, pressions au-dessous. On a vu plus haut comment ces efforts ont été calculés.

» Les tensions du béton étant évidemment les différences des efforts totaux de traction exercés sur les prismes et des tensions des armatures, sont représentées par les fractions d'ordonnées comprises entre la ligne FF′ et le graphique tracé par la machine.

» Cette remarque permet de lire immédiatement le sens des graphiques.

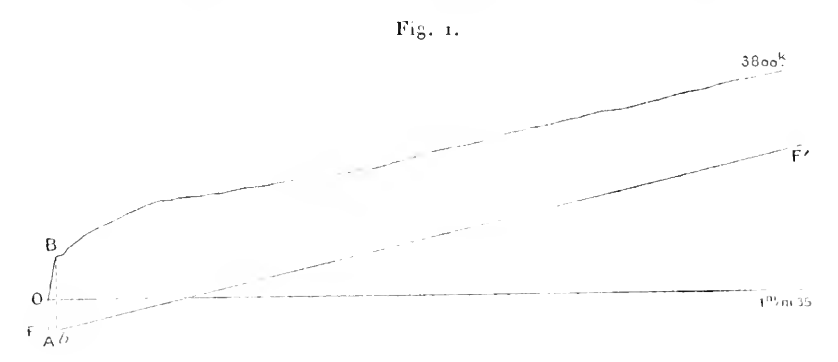
» La figure 1 est le calque de celui qui a été tracé par la machine dans une expérience où la tension totale du prisme a été poussée à 3800^{kg} et a produit l'allongement considérable de $1^{mm},35$ par mètre.

» La tension préalable du béton produite par le retrait est représentée par OA et est égale à 520^{kg}.

» Dans la déformation, on remarque deux phases bien distinctes.

» Dans la première, qui est représentée par OB, le coefficient d'élasticité a la valeur qu'il possède dans le béton non armé et la tension du béton devient rapidement égale à B*b*, résistance à la rupture du béton non armé.

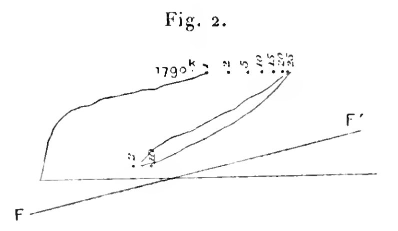
Fig. 1.



» Dans la seconde phase, qui commence à B et s'étend jusqu'à la fin de l'expérience, la tension reste sensiblement constante, sauf une majoration momentanée qui se produit au début. Le coefficient d'élasticité est donc à peu près nul dans cette période.

» Le second graphique est relatif à une expérience dans laquelle le chargement a été arrêté au point H lorsque la traction était égale à 1790^{kg} et

Fig. 2.



l'allongement à 0^{mm},29. La charge a été alors réduite deux fois à 200^{kg} et le style est revenu au point 2. On a répété vingt-cinq fois le même chargement suivi de déchargement et, dans chaque opération, le style a décrit des lignes ayant des courbures opposées, mais sensiblement droites, dont on ne l'a laissé marquer que les deux dernières, afin de ne pas obtenir une figure confuse. Des chiffres indiquent les points marqués par le style au commencement et à la fin de quelques-unes des opérations.

» Pour éviter des longueurs, on n'indiquera, dans le résumé fait plus loin, que les caractères des courbes de déformation ainsi obtenues dans les chargements et déchargements répétés.

» Après avoir soumis un autre prisme à une tension de 2060^{kg} qui lui a fait prendre un allongement de 0^{mm},61, on a enlevé ses armatures métal-

liques en faisant sauter au burin le béton qui les entourait. On a ainsi obtenu un prisme désarmé dont la section avait la forme d'une croix irrégulière. On a constaté qu'il ne présentait pas de fissures et que, essayé par flexion, il donnait une résistance de 9^{kg} par millimètre carré. Sa résistance véritable devait être notablement supérieure à ce chiffre, parce que la rupture avait dû être hâtée par les lésions qu'avait faites le burin pendant le descellement des armatures.

» Des expériences de flexion ont été faites sur des poutres armées de 4^{m} de longueur ayant $40^{cm} \times 20^{cm}$ de section.

» Sans entrer dans le détail de toutes les expériences, on résumera ainsi leurs résultats et ceux des expériences antérieures.

» LOIS DE DÉFORMATION DU BÉTON TENDU DANS LA TRACTION ET LA FLEXION. — 1° *Premier chargement.* — Le béton armé soumis à un allongement se comporte comme s'il n'était pas armé tant que l'allongement et la tension ne dépassent pas les limites que le béton non armé peut supporter sans rupture dans la traction simple.

» Quand ces limites sont dépassées, le béton armé se différencie absolument de celui qui ne l'est pas. Il supporte, sans rupture, des allongements qui, dans du mortier conservé sous l'eau, ont atteint 2^{mm} par mètre et qui ont été de $0^{mm},50$ à $1^{mm},20$ dans du béton ou du mortier conservé à l'air.

» Quand le béton armé prend des allongements supérieurs à l'allongement élastique du béton non armé, sa tension reste sensiblement constante et égale à la résistance du béton non armé. Par suite, son coefficient d'élasticité est nul.

» 2° *Déchargements et rechargements.* — La loi de déformation est toute différente dans les déchargements et les rechargements qui se succèdent avec la même charge maximum. La nouvelle courbe de déformation peut pratiquement être confondue avec une ligne droite dont l'inclinaison sur l'horizontale diminue quand l'allongement augmente. Cette inclinaison est le coefficient d'élasticité nouveau qui, par suite, est diminué d'autant plus que l'allongement a été plus grand.

» Quand on répète indéfiniment l'application à une pièce armée et la suppression d'une traction déterminée, l'allongement augmente avec une vitesse décroissante qui tend vers zéro, et la part que le béton prend dans la résistance totale diminue pendant que celle du métal augmente. Finalement, la tension fournie par le béton tombe aux 0,70 environ de sa valeur primitive.

» Si, après que la tension du béton a été ainsi réduite par l'effet des

répétitions, on augmente la charge de 30 pour 100 au moins, la tension que produit le béton reprend sa valeur primitive.

» Le coefficient d'élasticité que possède, pour résister à la compression, le béton qui a subi de grands allongements, est diminué, mais dans une proportion considérablement moindre que le coefficient d'élasticité de tension. La diminution a été de moitié pour un prisme soumis à des allongements quatre à six fois plus grands que ceux qui se produisent dans les constructions.

» Les phénomènes qu'on observe dans la déformation du béton armé sont donc la conséquence de propriétés moléculaires, et notamment de l'altération de l'élasticité. La cause de ces phénomènes réguliers ne peut, comme on pourrait le croire en lisant la Communication faite à l'Académie, le 21 avril, par M. Rabut, résider dans la production des fissures, fait essentiellement irrégulier et qui, parfois, manque entièrement.

» Il va de soi que, au point de vue des calculs de résistance, il faut tenir compte des fissures. Je me propose d'indiquer comment, dans une Communication ultérieure. »

TRAVAUX SCIENTIFIQUES. — *Sur les travaux de cette année, à l'Observatoire du sommet du mont Blanc.* Note de M. **J. Janssen.**

« Les travaux scientifiques, à l'Observatoire du sommet érigé par notre Société ([1]), ont déjà commencé.

» L'Observatoire vient d'être remis en état et M. Vallet, juge de paix à Chamonix, chargé de l'entretien, m'a informé que cette opération a été heureusement terminée et qu'elle n'a donné lieu à aucun accident de personnes.

» Le terrible accident qui vient de se produire, et qui nous a tous émus à si juste titre, est dû à l'infraction de cette règle constante, dont les voyageurs ne devraient jamais s'écarter, à savoir : de choisir de bons guides et d'écouter scrupuleusement leurs avis. Les deux voyageurs qui viennent de périr si malheureusement se sont, paraît-il, laissés emporter par leur

([1]) On sait que cette Société a été formée, en 1891, sous l'impulsion du si regretté M. Léon Say, par MM. J. Janssen, Président; Bischoffsheim, Secrétaire; de Rothschild, Trésorier; Prince Roland Bonaparte, Greffuhle, Delessert, qui ont supporté les frais de l'installation.

courage et ont entraîné leurs guides à continuer l'ascension dans des conditions jugées dangereuses par ceux-ci, et l'événement n'a que trop montré la sagesse de ces avis.

» Je n'ai jamais cessé de donner ce conseil aux voyageurs avec lesquels je me suis trouvé en rapport, et spécialement aux savants qui veulent bien, avec notre concours, exécuter des travaux à notre Observatoire.

» Ces collaborateurs seront cette année :

» M. le Dr Hénocque, qui se propose de faire des études sur les modifications que subit l'hémoglobine du sang en rapport avec les efforts musculaires et l'altitude;

» M. le professeur Aubert, du collège Stanislas, qui est en train d'étudier les modifications que l'altitude et la rareté de l'atmosphère apportent à la richesse des rayons violets et ultra-violets du spectre, travail qui, comme on sait, a déjà occupé M. Cornu, de si regrettable mémoire.

» Ce travail est exécuté avec un spectroscope à prismes et lentilles de quartz que nous avons fait construire spécialement pour cet objet et dont l'optique est due à M. Jobin.

» M. Le Cadet, astronome attaché à l'Observatoire de Lyon (directeur : M. André, correspondant de l'Académie), doit également se livrer à d'intéressantes études sur l'électricité atmosphérique.

» Enfin, M. le Dr Tissot, du laboratoire de Physiologie de notre éminent confrère M. Chauveau, va incessamment retourner à Chamonix et monter au mont Blanc dans le but d'y étudier les modifications que l'altitude seule ou combinée avec le travail musculaire apporte à la composition du sang et aux échanges respiratoires.

» Tels sont, jusqu'ici, les travaux qui doivent s'exécuter cette année au mont Blanc.

» J'aurai soin de rendre compte en temps et lieu à l'Académie des résultats obtenus.

» J'ajouterai que nous ne négligeons pas les études qui se rapportent à la question si importante des enregistreurs et, à ce sujet, je dirai que j'étudie aussi la construction et la disposition à donner à des thermomètres, baromètres, anémomètres, de dimensions permettant leur lecture de Chamonix avec une lunette suffisamment puissante.

» On comprend combien la connaissance, pour ainsi dire instantanée, de ces données météorologiques au sommet du mont Blanc présentera d'intérêt.

» Le regretté M. Berthault, constructeur distingué de thermomètres et

de baromètres, avait déjà commencé cette étude sous ma direction quand la mort l'a enlevé à sa famille et à ses travaux; je la reprends actuellement. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie que la première Conférence sismologique internationale, réunie à Strasbourg du 11 au 13 avril 1901, a émis un vœu en faveur de la création d'une Union internationale sismologique; il demande à l'Académie de lui faire connaître son avis sur la suite qu'il conviendrait de donner à ce vœu.

(Renvoi à une Commission composée du Président de l'Académie, du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques, et de MM. Janssen, Fouqué, Mascart, Marcel Bertrand, Michel Lévy, de Lapparent.)

MÉCANIQUE. — *Sur l'assemblage de deux corps*. Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Appell.

« Dans quelques Communications insérées aux *Comptes rendus* en août, septembre, octobre 1901, j'ai résumé un premier ensemble de notions relatives à la théorie générale des machines envisagées sous le point de vue cinématique. J'ai émis ce principe, qui est une des idées directrices de la doctrine que je propose, que la théorie des mécanismes n'est pas autre chose que l'*étude des liaisons dans les machines*, et qu'il faut la dégager de la considération des mouvements que les FORCES viennent y provoquer. En conséquence, on doit reporter à l'arrière-plan l'idée ancienne d'après laquelle on définissait un mécanisme comme un moyen de produire un mouvement *déterminé* en partant d'un mouvement donné.

» Ma manière de voir se trouve corroborée par la remarque que de nombreux mécanismes sont destinés à fonctionner à l'état statique, en sorte que, dans leur définition, on ne peut faire intervenir ni un mouvement donné, ni un mouvement à produire. Ces mécanismes échappent totalement au cadre des anciennes théories, malgré qu'ils mettent en œuvre les mêmes procédés cinématiques que les mécanismes de mouvement.

» Un exemple typique est offert par les assemblages.

» Deux corps sont dits *assemblés* lorsque le système binaire qu'ils

forment a une liberté nulle. Les assemblages offrent les mêmes particularités que le guidage de tout autre système binaire. La seule différence tient au degré de liberté qui, nul dans le cas de l'assemblage, est égal à 1, 2, 3, 4 ou 5 dans les autres systèmes binaires.

» Ainsi, on a vu qu'un système binaire pouvait être guidé parfois au moyen d'un couple d'éléments, et le plus souvent au moyen d'une chaîne. Il en sera de même pour l'assemblage.

» Il est bon cependant de spécifier que, pour rester sur le terrain de la pure Cinématique, il convient de mettre à part les assemblages réalisés par des procédés physiques tels que soudures, rivures, emboutissage. Nous disons *mettre à part,* et non pas précisément *exclure*, car, dans bien des cas, ces procédés physiques se présentent comme terminaison d'un processus cinématique, dont l'objet est de simplifier la garde contre le démontage. Exemple : le rivetage d'une clavette dans un écrou de serrage.

» Dans l'assemblage par couple, il faut établir assez de points de contact entre les deux corps pour qu'ils soient appuyés contre tout déplacement relatif. Ces points de contact peuvent être répartis suivant une surface finie, suivant une ligne ou bien être isolés.

» Dans le premier cas, on a l'assemblage par emboîtement, où une surface pratiquée dans l'un des corps s'emboîte dans sa forme en creux pratiquée sur l'autre corps. Toutefois, la surface qui limite ces profils ne doit pas être capable de glisser sur elle-même, sans quoi l'on retomberait sur les couples d'emboîtement à 1, 2 ou 3 degrés de liberté.

» Dans le cas où l'assemblage est obtenu par couple au moyen de points de contact isolés, six points de contact suffisent, pourvu que les six normales en ces points aux surfaces en contact ne fassent pas partie d'un même complexe linéaire. On peut même démontrer que les conditions les plus avantageuses pour l'assemblage seront remplies *si chacune des six normales est rectangulaire avec sa conjuguée prise par rapport au complexe linéaire qui contient les cinq autres.*

» Il est aisé de montrer que tout couple d'assemblage est nécessairement imparfait et qu'il admet des déplacements monocinétiques.

» Appelons P_0 la position où doit avoir lieu l'assemblage; pour en effectuer le montage, on placera les deux corps en présence et, par une suite continue de positions relatives, on aboutira à la position P_0. Appelons P celle de ces positions qui est infiniment voisine de P_0. Le dernier acte du montage sera le passage de P à P_0. Mais, comme aucun profil ne s'oppose à ce passage, aucun profil non plus n'empêchera le retour de P_0 à P. Ce

déplacement aura pour effet de démonter l'assemblage. Ce ne peut être du reste un déplacement dicinétique, car l'existence d'un déplacement dicinétique suppose une liberté supérieure à zéro. Le déplacement qui ramène de P_0 à P est donc bien un déplacement monocinétique. Pour citer un exemple, rappelons l'assemblage dit *à baionnette*.

» On est souvent exposé à regarder comme cinématiquement assemblés des corps reliés par un couple de liberté non nulle, mais dans lequel aucune force n'intervient pour provoquer le mouvement. On pourrait appeler *apparents* ces assemblages singuliers qui relèvent autant de la Statique que de la Cinématique. Les forces de frottement ont une part considérable dans le fonctionnement de ces sortes d'assemblages. Leur étude se rattache étroitement à la question du démontage des chaînes cinématiques dont nous nous occuperons dans une prochaine Communication.

» La réalisation des assemblages par le moyen d'une chaîne est de beaucoup la plus fréquente. Sans entrer ici dans les détails des divers types de ces chaînes, nous en indiquerons des traits généraux.

» On place les deux corps à assembler comme membres d'une chaîne dans laquelle leur système binaire a une liberté nulle. Les deux corps peuvent ne pas se toucher ou bien être unis par un couple cinématique doué d'une certaine liberté, mais restreint par la chaîne, de façon qu'en fin de compte le système binaire ait une liberté nulle.

» Par exemple : On place en contact les deux corps par une face plane (couple plan), et on les traverse l'un et l'autre par des vis, qui forment ainsi avec les deux corps une chaîne d'assemblage.

» De même, lorsque, pour caler une poulie ou une roue sur un arbre, on commence par établir entre eux un couple rotoïde que l'on immobilise ensuite avec une cheville.

» Un procédé général d'assemblage consiste à placer les deux corps à assembler comme membres de deux chaînes différentes, de façon que les deux systèmes binaires qu'ils forment dans chacune d'elles n'aient aucun mouvement commun.

» Tout mécanisme présente ordinairement un certain nombre d'assemblages par couples ou par chaînes. Le plus souvent celles-ci sont autonomes, ce qui permet, dans une description *schématique* du mécanisme, de les traiter comme s'il s'agissait d'un corps unique, venu d'une seule pièce. C'est pour avoir abusé de cette licence que les cinématiciens ont négligé les dispositifs d'assemblage. Cet oubli a le grave inconvénient de fermer l'accès à l'étude scientifique du montage et du démontage des machines,

question importante cependant, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux composés organiques d'addition.* Note de M. **P. Lemoult.**

« On sait que le chlorbinitrobenzol-1.2.4 et les corps analogues réagissent très facilement sur les amines primaires et secondaires en donnant, avec élimination de HCl, des amines aromatiques. J'ai essayé de réaliser une réaction du même genre entre le chlorbinitrobenzol, par exemple, d'une part, et les dérivés diamidés substitués du diphénylméthane, comme le tétraméthyldiamidodiphénylméthane, par exemple, d'autre part; cette réaction, qui eût donné des dérivés *leuco* du triphénylméthane et, par suite, des matières colorantes vertes, bleues ou violettes, ne marche pas directement dans le sens désiré, mais elle m'a conduit à l'obtention et à l'étude de quelques composés d'addition bien cristallisés.

» 1° *Chlorbinitrobenzol*-1.2.4 *et tétraméthyldiamidodiphénylméthane.* — Les deux réactifs sont dissous en proportion équimoléculaire dans l'alcool bouillant et les deux solutions sont mélangées; il se produit immédiatement une coloration brun rouge très intense; on chauffe pendant 2 heures à l'ébullition et l'on fait cristalliser; il se produit une bouillie formée de fines aiguilles, qu'on sépare par essorage et qu'on sèche dans le vide sur SO^4H^2. Ce corps fond à 72° sans décomposition et cristallise à nouveau par refroidissement; sa composition correspond à la formule

$$C^6H^3(AzO^2)^2_{2.4}Cl_1, CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2.$$

» Il est en effet dédoublé par l'eau acidulée en chlorbinitrobenzol-1.2.4 et dérivé méthanique; ou bien, par l'aniline, en 2.4-dinitrodiphénylamine et dérivé méthanique; ces deux réactions se prêtent à des déterminations quantitatives.

» Ce composé d'addition est facilement dissocié par l'acide acétique. $1^g,9562$ dissous dans $20^g,65$ de ce solvant, en vue d'une détermination cryoscopique, ont produit un abaissement de 1°,46, ce qui correspond au poids moléculaire 253; ce chiffre est notablement inférieur à la valeur théorique 465,5, mais n'est pas très éloigné de la moitié de cette valeur, qu'elle atteindrait si la dissociation était complète; il faut tenir compte d'ailleurs de la formation possible d'acétates du dérivé méthanique basique.

» La dissociation se produit également dans le benzène et devient presque complète quand la dilution est considérable (1^g dans 50^g de solvant).

» Le corps étudié se comporte donc bien comme s'il résultait de la juxtaposition pure et simple des molécules constituantes et se trouve être analogue au corps que Romburgh a signalé et décrit comme formé de *m.*-binitrobenzol et de tétraméthyldiamidodiphénylméthane. (*Rec. trav. chim. des Pays-Bas*, t. VII, p. 237.)

» 2° *Chlorbinitrobenzol et dérivé méthanique tétraéthylé.* — Ces deux réactifs donnent, comme ci-dessus, un composé d'addition très bien cristallisé, brun rouge, formé d'aiguilles brillantes fondant à 42°,5 et dû à la juxtaposition des deux molécules

$$C^6H^3(AzO^2)^2_{4.2}Cl_1, CH^2[C^6H^4-Az(CH^3)^2]^2;$$

corps tout à fait analogue au précédent et dédoublable comme lui.

» 3° *Chlortrinitrobenzol*-1.2.4.6 (*chlorure de picryle et tétraméthyldiamidodiphénylméthane.* — Obtenu comme les précédents, il se présente sous forme de petites paillettes cristallines noir foncé, qui verdissent peu à peu, par suite sans doute de l'oxydation de la portion méthanique de la molécule; il fond à 71° et résulte de la juxtaposition des deux constituants

$$C^6H^2(AzO^2)^3_{2.4.6}Cl, CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2,$$

comme le montre l'analyse.

» Pour généraliser ces résultats, j'ai remplacé les dérivés chlorés polynitrés par les composés hydroxylés correspondants : dinitrophénol-1.2.4 et acide picrique, et par un dérivé amidé, la picramide (trinitraniline).

» 4° *Dinitrophénate de tétraméthyldiamidodiphénylméthane*

$$C^6H^3(AzO^2)^2_{2.4}OH_1, CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2.$$

Sous forme de gros cristaux noir brunâtre, fondant à 72°, dont l'analyse donne un poids de dérivé méthanique correspondant à 56 pour 100 du poids total (théorie : 58 pour 100).

» 5° *Picrate de tétraméthyldiamidodiphénylméthane.* — Corps cristallisé en très belles paillettes jaune-paille, fondant à 185°, qu'on peut obtenir soit en solution alcoolique, soit de préférence en solution benzénique, et qui est facilement décomposé par les alcalis ou les acides en solution aqueuse. Le dosage d'azote dans ce composé donne 14,7 pour 100 au lieu de 14,49 pour 100 correspondant à la formule

$$C^6H^2(AzO^2)^3OH, CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2.$$

» 6° *Picrate de tétraéthyldiamidodiphénylméthane.* — Tout à fait analogue au précédent; petites paillettes jaunes, fondant à 190°, et facilement dédoublables.

» 7° Avec la *picramide* $C^6H^2(AzO^2)^3_{2.4.6}OH$, j'ai obtenu un seul composé d'addition avec le dérivé méthanique tétraméthylé; il ne se forme que très difficilement, par une longue ébullition, en solution alcoolique du mélange des composants. Paillettes noir foncé très brillantes, fondant à 106°, correspondant à la formule

$$C^6H^3(AzO^2)^2_{2.4.6}AzH^2, CH^2[C^6H^4-Az(CH^3)^2]^2.$$

» J'ai essayé d'enlever après coup, à ces divers composés, 1^{mol} soit de HCl, soit de H^2O, soit de AzH^3, en les chauffant avec une amine tertiaire, ou avec SO^4H^2 entre 100° et 180°, de manière à obtenir les dérivés leucopolynitrés, mais je n'ai pu y parvenir. Toutefois, en chauffant le composé n° 1 avec de l'acide nitrique concentré, j'ai obtenu un dégagement d'acide chlorhydrique; mais cette réaction est précédée du dédou-

blement du composé d'addition : le chlorbinitrobenzol est partiellement détruit par oxydation et le dérivé méthanique est transformé en un corps jaune cristallisé très soluble dans l'acétone, fondant à 217° avec décomposition : c'est l'hexanitrodiméthyldiamidodiphénylméthane déjà décrit par Romburgh (*loc. cit.*, p. 228*). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur la conservation du potentiel musculaire dans une atmosphère d'anhydride carbonique.* Note de M. **Lhotak de Lhota**, présentée par M. Bouchard.

« Ayant fait dans le laboratoire de M. le professeur Marès, à l'Université de Prague, une série d'expériences sur les modifications de la forme de la contraction musculaire du gastrocnémien de la grenouille dans une atmosphère d'anhydride carbonique, j'ai constaté que ces modifications sont parfaitement analogues à celles qui sont produites par la fatigue du muscle. Dans les deux cas, le raccourcissement se ralentit, et la courbe myographique se trouve prolongée dans toutes ses parties. L'anhydride carbonique ne détruit pas la fonction normale du muscle; il la modifie seulement, et son action se manifeste surtout par une accélération du processus de la fatigue.

» J'ai mesuré et comparé, à l'aide de deux collecteurs de travail de M. Fick, la somme de travail accompli par deux muscles analogues de la même grenouille, qui ont été excités simultanément par la même rupture du courant inducteur, jusqu'à la disparition complète de l'excitabilité; j'ai constaté que le muscle plongé dans le gaz carbonique accomplit moins de travail que le muscle analogue placé dans l'air et que l'action de l'anhydride carbonique consiste dans l'empêchement rapide de l'activité musculaire. En effet, l'expérience montre que le muscle travaillant dans le gaz carbonique se répare plus vite et plus complètement que celui qui a été fatigué dans l'air; il conserve donc, en grande partie, son potentiel.

» Pour résumer les résultats de nos expériences, qui seront publiées en détail autre part [1], nous dirons que :

» 1° L'anhydride carbonique accélère la fatigue du muscle par arrêt du dégagement de l'énergie;

» 2° Par suite de cet arrêt, le muscle ne peut pas s'épuiser; il y reste la

---

[1] *Journal de Physiologie et de Pathologie générales.*

provision d'énergie qui peut être dégagée après l'éloignement de l'anhydride carbonique;

» 3° L'anhydride carbonique constitue un facteur favorable à la conservation de la puissance musculaire.

» Bien qu'obtenues par des moyens expérimentaux absolument différents, nos recherches conduisent aux mêmes conclusions que celles que M. Raphaël Dubois a tirées de ses travaux sur le mécanisme de la fatigue et du sommeil par autonarcose carbonique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude comparée des liquides organiques de la sacculine et du crabe.* Note de MM. **Louis Bruntz** et **Jean Gautrelet**, transmise par M. Yves Delage.

« Des travaux antérieurs nous ont conduits à rechercher la nature du produit excrété par la sacculine. L'étude comparée du liquide organique de cette dernière et du sang de son hôte en a été la conséquence.

» Nous y avons dosé successivement et comparativement, ainsi que dans l'eau de mer du bac qui les contenait, les chlorures, les phosphates et l'alcalinité.

» Étant donné que l'on ne peut se procurer que $0^{cm^3},5$ au plus de liquide par sacculine, nous avons employé d'une manière générale la méthode de dosage suivante : Dans un godet de porcelaine, il est mis $\frac{1}{20}$ de centimètre cube du liquide à analyser qu'on étend de quelques gouttes d'eau distillée et d'une trace du réactif indicateur. Jusqu'à virage on ajoute la liqueur titrée $\frac{N}{10}$ ou $\frac{N}{50}$ suivant les cas, au moyen du compte-gouttes normal.

» Nous avons obtenu les résultats suivants :

Chlorures calculés en NaCl.	Eau de mer.......	$35^g,40$	par litre
	Crabe...........	30,00	»
	Sacculine....	30,00	»
Phosphates en acide phosphorique.	Eau de mer.......	$0^g,150$	par litre
	Crabe...........	0,150	»
	Sacculine.........	0,150	»
Alcalinité exprimée en milligrammes de soude.	Eau de mer.......	$23^{mg},6$	par litre
	Crabe...........	66,6	»
	Sacculine.........	51,0	»

» L'analyse chimique nous conduit donc à trouver le même degré de salinité chez

le crabe et la sacculine; ce qui doit avoir lieu, étant donnée l'osmose continue entre les deux individus, ainsi que M. Yves Delage [1] l'avait indiqué.

» L'acidité seule est plus grande chez la sacculine. N'est-ce pas une conséquence de sa fixation?

» Nous avons, en effet, constaté, au moyen du sulfate de cuivre et de la réaction d'Ueffelmann, la présence chez elle d'une quantité très notable d'acide lactique.

» Quelle est la nature du produit excrété? Nous nous sommes convaincus, au moyen du réactif de Nessler, de l'absence d'ammoniaque libre. Nous n'avons pas davantage constaté la présence de produits xanthiques par les réactions de la murexide et de Garrod.

» De même, absence d'alcaloïdes par les réactifs généraux (Bouchardat, *Acide picrique*, etc.).

» L'acétate de cuivre à chaud ne nous a fourni aucun précipité : donc, pas de composés carbopyridiques.

» Mais, par contre, le liquide de la sacculine, débarrassé des albuminoïdes, laisse percevoir à l'ébullition une vive odeur de saumure; traité par la potasse à chaud, nous avons constaté à l'odorat et au tournesol la présence d'ammoniaque. Nous en concluons que le produit excrété est de la méthylamine. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques pollens fossiles. Prothalles mâles. Tubes polliniques, etc., du terrain houiller.* Note de M. B. **Renault**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les grains de pollen conservés soit par des milieux organiques : lignite, houille, boghead; soit par des substances minérales : carbonate de chaux, silice, etc., sont en nombre immense; ils datent des gisements primaires; on les rencontre tantôt disséminés, tantôt encore en place, dans des sacs polliniques ou à l'intérieur des chambres polliniques de graines diverses.

» La figure 1 représente une coupe longitudinale passant par la chambre pollinique d'une graine houillère d'*Aetheotesta*, *a*, surmontant le sac embryonnaire *s*. Elle contient plusieurs grains de pollen que nous allons décrire à part, vus avec un grossissement plus considérable.

» Sur la figure 2, on distingue un grain de pollen adhérent à la face interne de la chambre pollinique d'un *Stephanospermum*; les dimensions sont considérables : c'est un ellipsoïde de révolution dont le grand axe mesure 360^{μ} environ et le petit 290^{μ}.

---

[1] *Évolution de la sacculine*, p. 540 (*Archives de Zoologie expérimentale*, 2e série, t. II, 1895).

» Une particularité nouvelle, des plus intéressantes à signaler, c'est la présence, à l'un des pôles du grain, d'une sorte de bourrelet *c* indiquant la base d'insertion d'un tube pollinique; il est assurément étonnant que des restes d'un organe aussi délicat aient pu être conservés jusqu'à nous; ce bourrelet correspond bien à la base d'attache d'un tube pollinique; cette interprétation est confirmée par la figure 3, qui montre en TP un grain ayant émis un tube d'une certaine longueur [1]. Nous avons pu reconnaître que le tube pollinique était en relation avec une grande cellule prismatique axiale [2], communiquant elle-même avec les cellules qui l'environnaient.

» C'est la première fois que l'on signale, à l'état fossile, des grains de pollen munis de tubes polliniques. Le voisinage de ces grains et des archégones, dont le col débouchait tout près d'eux dans la chambre pollinique, semblait ne pas rendre nécessaire la production d'un tube. Les grains de pollen des genres de graines *Stephanospermum, Aetheotesta, Polylophospermum*, ont émis des tubes analogues.

» Tous ces pollens ont des dimensions considérables : celui des *Aetheotesta* atteint, suivant son plus *petit* diamètre, 290$^{\mu}$; celui des *Dolerophyllum*, 330$^{\mu}$. Tous renferment un prothalle mâle (*fig.* 2, 4, 5), dont on voit nettement les cellules à l'intérieur du grain, soit en coupe (*fig.* 4), soit par transparence (*fig.* 2, 5). Le prothalle remplit l'intérieur du grain; les cloisons qui forment les compartiments sont simples; elles seraient doubles si elles étaient produites par une membrane, *intine*, formant des replis à l'intérieur du grain.

» Les pollens représentés par les figures 4 et 5 ont été pris dans la chambre pollinique de la figure 1; ils sont dépourvus d'exine, ils se composent seulement de l'intine et du prothalle mâle, qui s'est développé à l'intérieur; leur plus petit diamètre est de 227$^{\mu}$ à 230$^{\mu}$; le diamètre intérieur du canal micropylaire (*fig.* 1), par où s'est effectué leur passage, n'est que de 170$^{\mu}$; il faut admettre, ou bien que les grains ont pris un certain accroissement dans la chambre pollinique, ou que le prothalle, dépourvu d'exine, a été suffisamment plastique pour pouvoir glisser dans ce canal dont le diamètre était certainement plus petit que le sien.

» Cette dernière hypothèse semble confirmée par l'observation suivante :

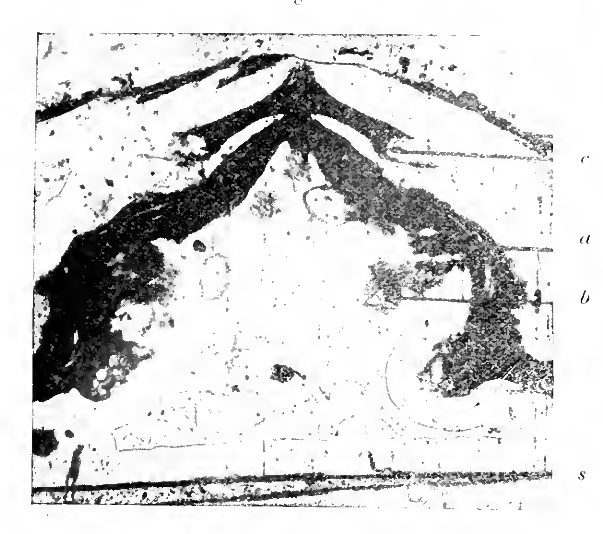
» Les prothalles des figures 4 et 5 sont dépourvus d'exine; les cloisons présentent des amincissements qui, devenant des perforations, ont permis aux anthérozoïdes de se répandre dans la chambre pollinique; les grains sont dépourvus de tubes. On peut se demander ce qu'est devenue l'exine. L'examen des feuilles pollinifères des *Dolerophyllum* peut jeter quelque lumière sur cette question. La figure 6 représente une loge à pollen cylindrique, dirigée perpendiculairement au limbe d'une feuille de ces plantes aquatiques renfermant des grains. L'exine est épaisse et coriace (*fig.* 7), mais un opercule *o*, *d* (*fig.* 6), en se détachant, laissait une ouverture suffisante pour permettre au prothalle mâle de s'échapper; on en rencontre quelques-uns disséminés au milieu des grains. Dans cet état, ils pouvaient facilement pénétrer dans la chambre pollinique.

---

(1) Dans la séance du 13 juin 1901 de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, nous avons projeté les clichés reproduits par les figures de cette Note en fournissant toutes les explications nécessaires.

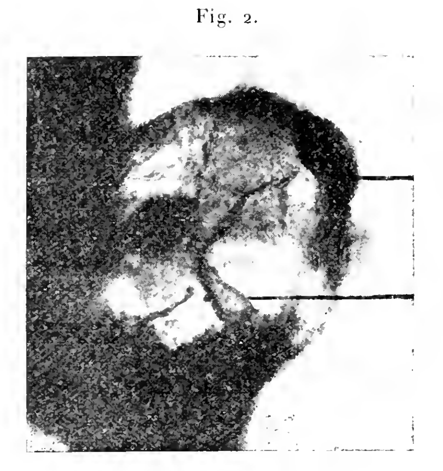
(2) *Bassin houiller d'Autun et d'Épinac*, 1896, fig. 53, p. 275.

Fig. 1.



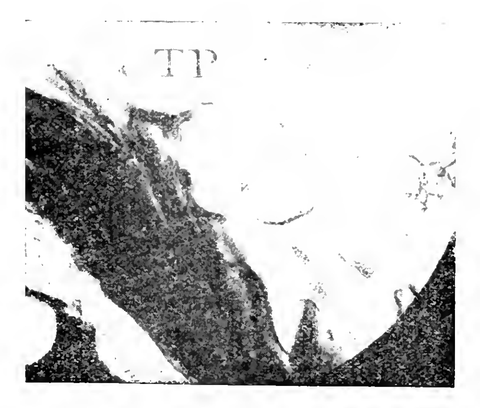
Chambre pollinique d'*Aetheotesta*. — Gr. : $\frac{45}{1}$.

Fig. 2.



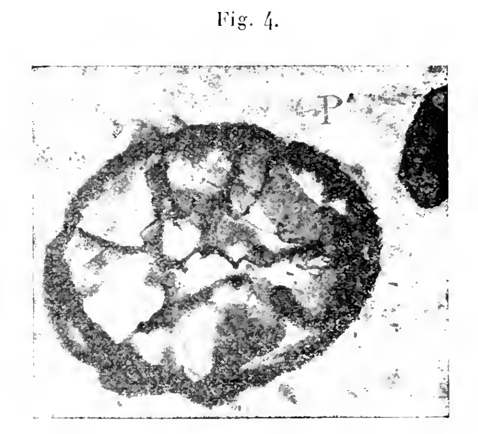
Pollen de *Stephanospermum*.
Gr. : $\frac{400}{1}$.

Fig. 3.



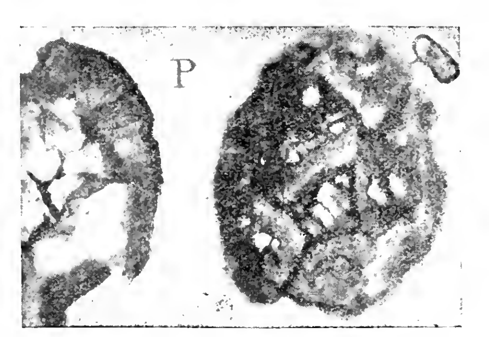
TP, Grain de pollen avec son tube dans la chambre pollinique d'une graine de *Stephanospermum*. — Gr. : $\frac{200}{1}$.

Fig. 4.



Pollen d'*Aetheotesta* en coupe transversale.
Gr. : $\frac{170}{1}$.

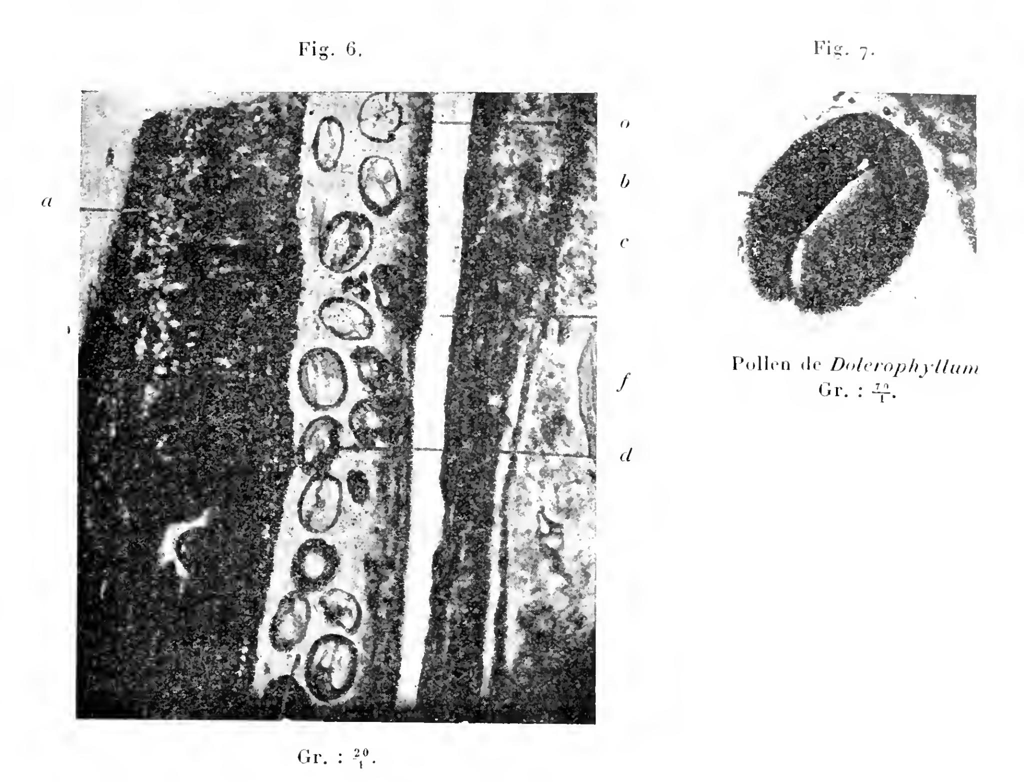
Fig. 5.



Prothalles vus par l'exterieur. — Gr. : $\frac{160}{1}$.

Le pollen des *Aetheotesta* a dû se débarrasser de son exine d'une façon analogue, mais elle nous est encore inconnue.

Fig. 6. Fig. 7.



Gr. : $\frac{20}{1}$.

Pollen de *Dolerophyllum*
Gr. : $\frac{70}{1}$.

» *Conclusions :* 1° Beaucoup de grains de pollen de l'époque houillère contenaient un prothalle mâle parfaitement net, dont les compartiments renfermaient les cellules mères des anthérozoïdes : 2° ce prothalle pouvait émettre un tube pollinique, comme chez les *Stephanospermum,* ou laisser échapper les anthérozoïdes directement dans la chambre pollinique, comme chez les *Aetheotesta;* 3° dans le cas où le grain était trop volumineux pour passer à l'intérieur du canal micropylaire de la chambre pollinique, il se dépouillait de son exine; le prothalle formé de cellules élastiques pénétrait seul, et les perforations existant dans les parois des cellules (*fig.* 5) permettaient aux anthérozoïdes de se répandre dans la chambre pollinique, où débouchait le col des archégones de l'ovule qui devaient être fécondées. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De l'influence de l'écrémage sur la répartition des principaux éléments constitutifs du lait.* Note de MM. **F. Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. Brouardel.

« Afin de nous rendre compte de la façon dont se répartissent les divers éléments du lait, et en particulier les phosphates et la lécithine, dans l'opération de l'écrémage, nous avons soumis divers laits à l'action de l'écrémeuse centrifuge *alpha colibri*. Le lait écrémé et la crème obtenus ont été analysés, ainsi que l'échantillon sur lequel avait porté chaque opération.

» Les résultats fournis par l'une d'elles ont été les suivants :

	En grammes pour 100.		
	Lait type.	Lait écrémé.	Crème.
Extrait	15,41	10,23	54,20
Cendre	0,68	0,72	0,28
Matière grasse	5,86	0,09	50,88
Lactose	4,96	5,28	2,38
Caséine	2,88	3,24	1,15
Acide phosphorique total	0,176	0,184	0,096
Acide phosphorique organique	0,0044	0,0013	0,0252
en acide phosphoglycérique	0,0124	0,0037	0,0691
en lécithine (F = 7,27)	0,058	0,018	0,334

» Les divers éléments : extrait, cendre, matière grasse, lactose et caséine, ont été dosés par les méthodes habituelles. L'acide phosphorique total a été précipité par le molybdate d'ammoniaque, après incinération en présence de carbonate et d'azotate de potasse, puis pesé à l'état de pyrophosphate de magnésie. Enfin le dosage de l'acide phosphorique organique, duquel on déduit la proportion de lécithine, a été effectué par la méthode que nous avons décrite dans une Note précédente [1].

» Le volume du lait soumis à l'écrémage était de $3^l,200$ et ceux de lait écrémé et de crème obtenus furent respectivement de $2^l,800$ et $0^l,370$.

» L'examen des chiffres analytiques montre que, en écrémant à 98 pour 100, nous avons enlevé, au lait sur lequel a porté notre expérience, 69 pour 100 de la lécithine qu'il contenait.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, n° 26, 1902, p. 1592.

» Si l'on veut bien considérer que les laits consommés sont souvent écrémés à 30 et même 40 pour 100, on voit que, en même temps que la matière grasse, on enlève, par cette pratique, de 20 à 30 pour 100 de lécithine.

» Cette dernière constatation suffit à expliquer les chiffres si élevés de décès par troubles gastro-intestinaux, que l'on constate dans les villes dont les municipalités ont toléré la mise en vente de laits écrémés.

» Elle permet, en outre, d'expliquer le mécanisme des accidents signalés par différents médecins chez les enfants en bas âge nourris exclusivement avec du lait *stérilisé*. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la géographie physique de la Yaïla occidentale (Crimée)*. Note de M. **E. Daniloff**, transmise par M. de Lapparent.

« Les montagnes Tauriques présentent un caractère qui les distingue des chaînes proprement dites. Dans la partie la plus occidentale qui borde la mer, entre le couvent de Saint-Georges et le cap Phoros, on reconnaît l'existence de deux anticlinaux principaux à large courbure, qui font apparaître les schistes du Jurassique moyen, à Balaclava et à Laspi, sous les épais calcaires du Jurassique supérieur. Cette disposition se simplifie vers l'est : sur une ligne tirée de Yalta à Kokkoz, la Yaïla est formée par un synclinal très évasé. Plus loin, la partie supérieure des montagnes, au nord de Gourzouf et d'Alouchta, n'est formée que par un régime monoclinal des couches du Jurassique supérieur, plongeant vers le nord.

» La cause principale de la naissance de la Yaïla occidentale ne doit donc pas être attribuée à des plissements, ainsi qu'ont voulu le voir certains auteurs [1]; mais à la montée lente des couches vers le sud et surtout au fait caractéristique du passage latéral, du nord au sud, des marno-calcaires du Jurassique supérieur aux calcaires coralligènes résistants; ces derniers seuls donnent lieu aux crêtes les plus élevées, sortes de plateaux relatifs, à surface ondulée, taillée obliquement au plongement des couches.

» Le passage latéral est particulièrement visible au nord de la Babougan-

(1) Listoff, *Les données relatives à la tectonique des montagnes Tauriques. Commun. prélimin.* (*Matériaux pour la Géologie de la Russie*, t. XIII, p. 376-387. Saint-Pétersbourg; 1889.)

Yaïla, au nord du monastère de Cosmo-Damian, etc.; il coïncide toujours avec l'apparition des massifs élevés.

» On remarque aussi que la Yaïla est formée par des tronçons calcaires, séparés par des cols, taillés dans les marno-calcaires. Cette disposition s'explique par le passage latéral cité ci-dessus, mais qui s'exécute aussi dans le sens longitudinal de la région montagneuse, soit de l'ouest à l'est. Ainsi le Tchatir-Dag, sorte de plateau calcaire isolé, cesse à l'est et à l'ouest, parce que les couches calcaires qui le forment se fondent dans les couches calcaréo-vaseuses. Une seule exception nous est apparue, celle du col ou selle de Gourzouf, qui est déterminé par un vrai synclinal transversal.

» Si les régions calcaires présentent l'aspect typique des pays karstiques avec leurs nombreuses dolines et leurs petits bassins fermés, la partie schisteuse est au contraire admirablement ravinée. La disposition monoclinale, de concert avec l'effondrement de la partie sud, a déterminé la dissymétrie très nette de la chaîne, qui s'abaisse lentement du sud vers le nord, tandis qu'elle présente des parois souvent abruptes du côté de la mer Noire. Il n'est donc pas surprenant de constater une activité d'érosion plus grande sur le versant sud que sur le septentrional. Cette activité se manifeste par des éboulements anciens et modernes de la paroi calcaire du Jurassique supérieur, qui domine les schistes et les grès du Jurassique moyen; d'autre part, comme au-dessus du Darsan, sur Yalta, et au Megabi, on constate de vrais écroulements sur place. De gigantesques éboulements se préparent en plusieurs localités; l'un d'eux ne tardera pas à couvrir de ses débris les territoires cultivés de Phoros.

» Une bonne partie des caps entre Phoros et Yalta sont formés par ces écroulements; les dispositions arquées de la côte ne sont pas dues, ainsi qu'on pourrait le supposer, à des fosses d'effondrement circulaires, semblables à celles qui découpent les côtes de l'ouest de l'Italie, mais à l'avancement des éboulements dans la mer.

» Il y a donc un recul de la ligne de partage des eaux vers le nord et, d'autre part, une lutte évidente entre les différents cirques torrentiels. Des captures fraîches ne sont pas visibles, mais il en est qui se préparent et qui méritent l'attention. Ainsi l'Alma supérieure est sur le point d'être capturée par le Sofoun-Ouzen, tributaire supérieur de l'Oulou-Ouzen qui s'écoule dans la mer Noire à Alouchta. Dans le versant nord, l'un des tributaires supérieurs du Belbek sera un jour un affluent du torrent de Kokkoz. »

M. **André Poey** adresse une Note relative à « l'électrolyse des sels métalliques séjournant dans les tissus ».

(Commissaires : MM. Mascart, d'Arsonval.)

M. **Léon Silhol** adresse un travail portant pour titre : « Déviation de la pesanteur sensible avec l'altitude seule ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 juin 1902.

Sur le calcul numérique des coefficients dans le développement de la fonction perturbatrice, par M. O. Callandreau, Membre de l'Institut. (Extr. du *Journal de l'École Polytechnique*, 2e série, Cahier n° 7.) s. l. n. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Étude scientifique sur le Linceul du Christ *de M. Paul Vignon*, par M. A.-L. Donnadieu. (*L'Université catholique*, nouvelle série, t. XL, n° 6, année 1902, 15 juin, p. 209.)

Bericht über die Untersuchung der Gebeine Tycho Brahe's, erstattet v. Dr Heinrich Matiegka, mit 2 Textfiguren. Prague, Fr. Rivnac, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bericht über die astrologischen Studien des Reformators der beobachtenden Astronomie Tycho Brahe. Weitere Beiträge zur bevorstehenden Säcularfeier der Erinnerung an sein vor 300 *Jahren erfolgtes Ableben*, v. Prof. Dr F.-J. Studnicka. Prague, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bericht über die Säcularfeier der Erinnerung an das vor 300 *Jahren erfolgte Ableben des Reformators der beobachtenden Astronomie Tycho Brahe, welche die königl. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften mit thatkräftiger Beihilfe des Präsidiums und des Rathes der königl. Hauptstadt Prag, am* 24 *October* 1901, *veranstaltet hat*. Prague, 1902; 1 fasc. in-8°.

Le rôle morphologique des yeux doubles chez les insectes, par le prof. Dr E. Radl. Prague, 1901; 1 fasc. in-8°. (En serbe.)

Recherches morphologiques sur les pièces labiales des Hydrocores, par le Dr N. Léon. Jassy, 1901; 1 fasc. in-8°.

The Institution of mechanical Engineers. List of members, march 1902; *articles and by-laws*. Londres, 1 vol. in-8°.

The Thompson Yates Laboratories Report, edited by Rubert Boyce and C.-S. Sherrington, with illustrations and plates; vol. IV, part II, 1902. Londres, Longmans, Green et Cie; 1 vol. in-4°.

Annuaire de l'Académie serbe pour 1900, t. XIV. Belgrade, 1901; 1 vol. in-12.

Académie serbe. Mémoires, fasc. 63-64. Belgrade, 1901-1902; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, année 1902, nos 1 et 2. Moscou; 1 fasc. in-8°.

Jahresbericht der königl.-böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, für das Jahr 1901. Prague, 1902; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der königl.-böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, 1901. Prague, 1902; 1 vol. in-8°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgeg. vom Director H.-C. Vogel; Bd. XII. Potsdam, 1902; 1 vol. in-4°.

Publications de l'Observatoire astronomique et physique de Tachkent, n° 3 : *Étude sur la structure de l'Univers,* par W. Stratonoff, 2e Partie; texte et atlas. Tachkent, 1901; 1 vol. in-4° et 1 fasc. in-4° oblong.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 juin 1902.

La face de la Terre (Das Antlitz der Erde), par Ed. Suess, Associé étranger de l'Institut de France, traduit avec l'autorisation de l'auteur par Emmanuel de Margerie; t. III, 1re partie, avec 3 cartes en couleur et 94 figures. Paris, Armand Colin, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'auteur et du traducteur.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 3e session, Ajaccio, 1901 : 1re partie : Documents officiels, Procès-verbaux; Notes et Mémoires. Paris, Masson et Cie, 1901-1902; 2 vol. in-8°.

Le vingt-cinquième anniversaire de la locomotive Compound, 1877-1902, par A. Mallet. Paris, L. Courtier, 1902; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Le dualisme dans l'infini, par Pierre Juillard. Valentigney, 1902; 1 feuille in-8°.

Le rythmique du combat du Cid contre les Mores : Le Cid de Pierre Corneille, par Roger de Goeij. Paris, Fischbacher, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy et de la Réunion biologique de Nancy; série III, t. III, fasc. 1. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 30e année, n° 1, janvier-février 1902. Rouen, imp. J. Giriend et Cie; 1 fasc. in-4°.

Reports on the results of dredging unter the supervision of Alexander Agassiz, in the gulf of Mexico (1877-1878), *in the Caribbean sea* (1878-1879), *and along the Atlantic coast of the United States* (1880), *by the U. S. coast survey steamer* Blake; XXXIX. *Les Dromiacés et Oxystomes,* par Alphonse Milne-Edwards et E.-L. Bouvier, avec 25 planches. (*Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy, at Harvard college,* vol. XXVII, n° 1.) Cambridge (États-Unis), 1902; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. A. Agassiz.)

The canals in the Moon, by WILLIAM-H. PICKERING. (Extr. de *The Century Magazine* de juin 1902.)

U. S. department of Agriculture. Field operations of the division of soils, 1900; second Report, by MILTON WHITNEY. Washington, 1901; 1 vol in-8° et 24 cartes dans un carton in-8°.

Reichs-Marine-Amt. *Bestimmung der Intensität der Schwerkraft auf zwanzig Stationen an der westafricanischen Küste von Rio del Rey (Kamerun-Gebiet) bis Kapstadt*, ausgeführt im Auftrage des Reichs-Marine-Amtes : von M. LOESCH. Berlin, 1902; 1 fasc. in-4°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1901, auf öffentliche Kosten herausgegeb. v. Prof. Dr L. WEINEK; 62. Jahrgang. Prague, 1902; 1 fasc. in-4°.

Laboratorio quimico central de Guatemala. Observaciones meteorologicas correspondientes al año de 1901. Guatemala, 1902; 1 fasc. in-8°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN. Vol. XXVI, nos 4-6; vol. XXVII, nos 1-3. Baltimore, 1901-1902; 6 fasc. in-8°.

Technology quarterly and proceedings of the Society of Arts, vol. XV, n° 1. Boston, 1902; 1 fasc. in-8°.

American Journal of Mathematics, edited by FRANK MORLEY; vol. XXIV, number 1. Baltimore, 1902; 1 fasc. in-4°.

Almanach de l'Académie des Sciences tchèque, t. XII. Prague, 1902; 1 vol. in-12.

Bulletin de l'Académie des Sciences tchèque; vol. X, nos 1-9. Prague, 1901-1902; 9 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences tchèque; Classe II : Mathématiques et Physique; vol. X, 1901. Prague, 1901; 1 vol. in-4°.

Académie des Sciences de l'Empereur François-Joseph Ier. Bulletin international. Résumé des travaux présentés. Médecine. 6e année, 1901. Prague, 1901; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 JUILLET 1902.

Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France et imprimés par son ordre; t. XXXII, 2e série. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 vol. in-4°.

L'Institut, les cinq Académies et l'Académie de Médecine : Législation et Jurisprudence, par ABEL FLOURENS, Conseiller d'État. Paris, Paul Dupont, 1902; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur l'électricité atmosphérique. 1er Mémoire : *Introduction historique et bibliographique à l'étude de l'électricité atmosphérique;* 2e Mémoire : *Étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique;* par M. A.-B. CHAUVEAU. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 2 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

L'origine des phosphates de chaux de la Somme, par HENRI LASNE. Paris, E. Bernard et Cie, 1900; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

La question des fêtes, par C.-C. CALDERON. Paris, L. Wehrel, 1902; 1 fasc. in-12.

Annales médico-psychologiques, journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés, 8e série, t. LX, n° 1. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

The norwegian North Polar Expedition, 1893-1896 : *Scientific results,* edited by Fridtjof Nansen; Vol. III. Christiania, Londres, Leipzig, 1902; 1 vol. in-4°.

The laws of nature, by S.-P. Langley. (Extr. de *Science,* n. s., vol. XV, n° 389, p. 921-927, 13 juin 1902.) 1 fasc. in-8°.

Interpretacion dinàmica de lo division celular, por Angel Gallardo. Buenos-Ayres, 1902; 1 fasc. in-4°.

El doctor Carlos Berg, apuntes biogràficos, por Angel Gallardo. Buenos-Ayres, 1902; 1 fasc. in-8°.

Magnetismo universal, por Josè Gallegos. Guatemala, 1902; 1 fasc. in-8°.

Western Australia and its resources; printed under instructions from Minister of Lands. Perth, s. d.; 1 vol. in-12.

The land selectors guide to the crown lands of Western Australia, issued by direction of the hon. Charles Sommers, Minister for Lands. Perth, 1901; 1 vol. in-12.

Rechenschafts-Bericht über die Thätigkeit der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Litteratur in Böhmen im Jahre 1901, *erstattet in der Vollversammlung am* 7. *März* 1902. Prague; 1 fasc. in-8°.

Western Australia. Department of Lands and Surveys. Report by the under Secretary for Lands, for the year 1900; n° 19. *Report by the Surveyeor general, for the year* 1900; n° 20. Perth. 1901; 2 fasc. in-4°.

Revue météorologique. Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie, année 1900; 2e série, vol. V, par A. Klossovsky. Odessa, 1901; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Observatoire magnétique et météorologique de l'Université impériale à Odessa, par A. Klossovsky, 7e année, 1900. Odessa, 1901; 1 vol. in-4°.

Royal meteorological Institute of the Netherlands. *Comparison of the instruments for absolute magnetic measurements at different observatories,* by Van Rijckevorsel. Amsterdam, 1902; 1 fasc. in-4°.

El Instructor, publicacion mensual cientifica, literaria y de filologia. Director : Dr Jesus Diaz de Leon; ano XIX, nùm. 1, 2. Aguascalientes, 1902; 2 fasc. in-4°.

Censo y division territorial del Estado de Mexico, verificados en 1900. Mexico, 1901; 1 vol. in-4°.

Anuario estadistico de la Republica mexicana, 1900; ano VIII, num. 8. Mexico, 1901; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AOUT 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que le Tome CXXXIII des *Comptes rendus* (2e semestre de l'année 1901) est en distribution au Secrétariat.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations solaires et météorologiques à courte période.* Note de Sir **Norman Lockyer** et **William Lockyer**.

« 1. Poursuivant les recherches dont il a été question dans un précédent Mémoire, relatives à l'activité solaire en rapport avec la pluie dans l'Inde, nous nous sommes décidés à examiner principalement les variations de la pression sur l'aire indienne [*Variations de la température et de la pluie dans les régions qui entourent l'océan Indien* (*Proc. Roy. Soc.*, t. LXVII, p. 409)].

» On sait que, dans l'Inde, les basses pressions dominent en été (avril à septembre) et les hautes pressions en hiver (octobre à mars). Ces dernières présentent des variations très remarquables et bien définies, avec un maximum qui revient en moyenne tous les 3 ans et demi, maximum suivi, dans les 6 mois qui viennent ensuite, par des pressions moins basses que de coutume. Donc, tous les 3 ans et demi environ, la haute pression s'élève et la basse pression est moins basse.

» 2. Cette variation à courte période ressort, non seulement de la moyenne des pressions de l'Inde entière, mais aussi de la moyenne des observations de chaque station prise individuellement, telle que Calcutta, Madras, Nagpur, Bombay, etc. (voir ci-après la courbe de cette dernière station).

» 3. L'opinion que la variation de la pression, sur l'Inde et le voisinage, n'est pas due à des causes locales, mais à une action extra-terrestre, se fortifie lorsqu'on examine la courbe de la pression d'une station très éloignée, telle que Cordoba.

» En comparant les courbes des pressions élevées d'avril en septembre enregistrées à Cordoba (*fig.* 2, courbes F et E) et qui représentent les moyennes de chaque année, avec les courbes qui donnent les pressions pour les mêmes époques obtenues à Bombay et dans l'Inde en général, nous constatons que ces courbes sont exactement inverses.

» Donc, la même cause qui détermine l'élévation de la valeur moyenne des mois à basse pression dans l'aire indienne détermine l'abaissement de la valeur moyenne des mois à pression élevée à Cordoba. Nous sommes en présence d'une balance.

» 4. D'autres recherches indiquent non seulement que les différentes régions indiennes présentent des variations annuelles de pression, très similaires, mais que d'autres aires très étendues se trouvent dans le même cas.

» Ainsi, il a été constaté que les pressions moyennes annuelles de Bruxelles, Brême, Oxford, Valence et Aberdeen, les seules qu'on ait examinées jusqu'à présent, présentent des variations annuelles remarquablement similaires; on se tromperait peu en disant que les variations de la pression moyenne de toutes ces stations pourraient être représentées approximativement par une seule courbe.

» L'hypothèse d'une origine extra-terrestre de ces variations à courte période nous a induits à examiner attentivement les courbes des phénomènes en rapport avec les taches solaires et les protubérances, afin d'y découvrir, si possible, des variations analogues de l'activité solaire.

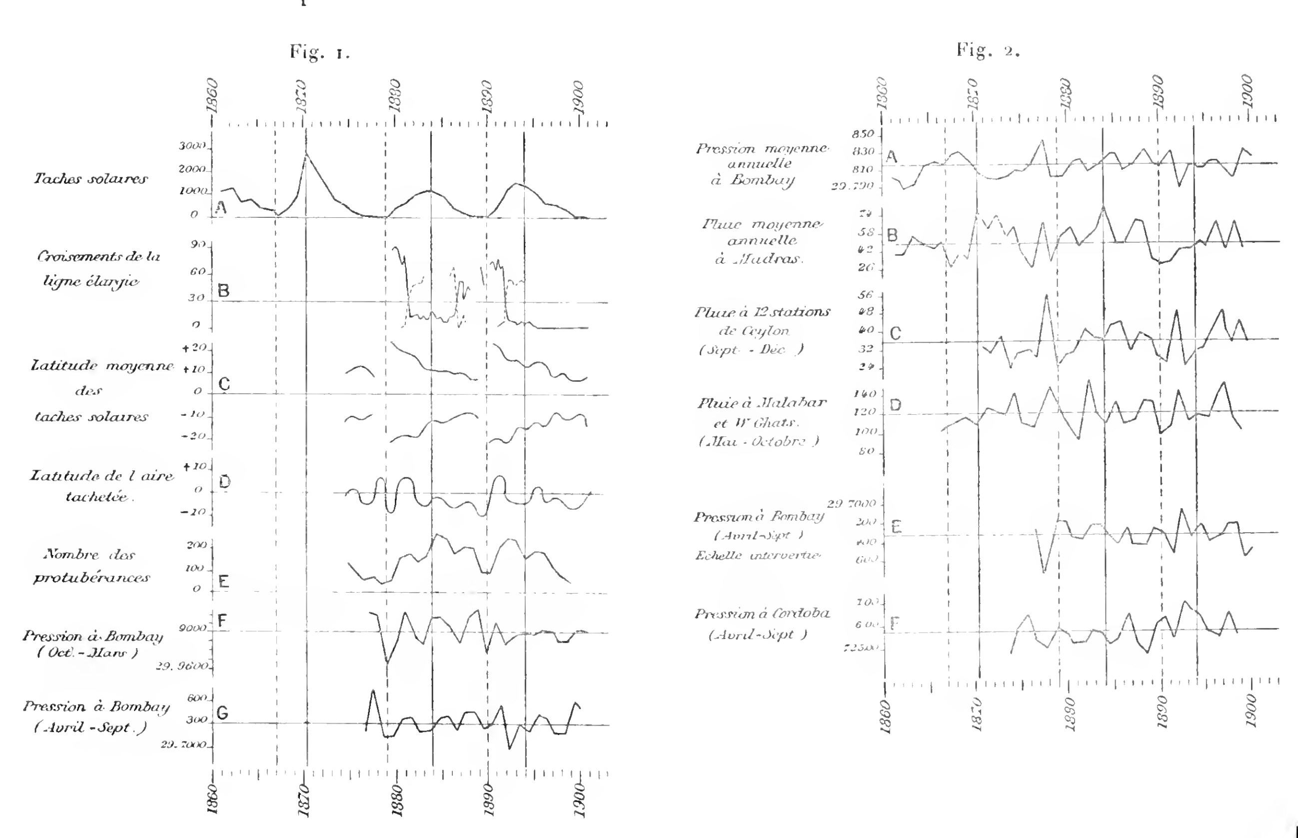
» 5. Nous avons commencé par la réduction des observations des protubérances du limbe solaire, faites en Italie depuis 1871.

» Il ressort de cette recherche préliminaire que, en outre des époques moyennes des maxima et minima protubérantiels coïncidant, quant au temps, avec les maxima et minima des époques de taches solaires, il existe des maxima et minima protubérantiels subsidiaires, qui ont une période similaire (*fig.* 1, courbe E).

» 6. Quoique ces poussées subsidiaires protubérantielles ne soient pas distinctement visibles dans la courbe qui représente l'aire tachetée de la surface solaire, il est à remarquer que des poussées correspondantes sont indiquées dans les courbes qui représentent les variations de latitude

annuelles de l'aire tachetée; en tout cas, un accroissement de l'activité protubérantielle correspond à l'abaissement de la latitude de l'aire tachetée (*fig.* 1, courbes C et D).

» 7. En comparant ces données solaires avec celles qui concernent les pressions terrestres mentionnées ci-dessus, on est conduit à penser que les éruptions de protubérances, coïncidant avec les variations de latitude que les taches présentent tous les 3 ans et demi environ, sont la cause véritable



des variations de la pression, et que la variation de l'activité solaire dans la période solaire de 11 ans agit sur la pression et sur la circulation de notre atmosphère et nous affecte par conséquent météorologiquement.

» 8. Du fait que les époques de ces variations subsidiaires de la pression correspondent exactement avec celles de la fréquence protubérantielle, ne doit-on pas conclure, non seulement que les deux phénomènes sont très connexes, mais aussi que la pression terrestre répond rapidement aux variations solaires en général, puisqu'il semble résulter déjà des recherches

faites jusqu'ici que les chutes de pluie et de neige en sont les effets subséquents (voir *fig.* 2, courbes A, B, C, D).

» 9. Il est à remarquer que nous avons déjà obtenu des preuves indiquant que cette variation à courte période n'est pas seule à agir, mais que les périodes de 11 ans et de 35 ans influencent apparemment les variations à courte période.

» Mais ceci même n'explique pas certaines anomalies que nous avons rencontrées; si l'origine solaire de ces variations à courte période de la pression était confirmée, il faudrait néanmoins expliquer les raisons pour lesquelles certaines de ces variations ne sont pas constantes pour toutes les localités; nous arriverions peut-être, dans cette voie, à des connaissances nouvelles sur la circulation atmosphérique.

» 10. L'époque que ces recherches embrassent commence avec l'établissement des observations régulières de l'*Indian meteorological Department* en 1875 et va jusqu'à 1895, époque où la régularité du phénomène de la ligne élargie fut interrompue, comme nous l'avons indiqué dans une précédente Communication.

» En continuant ces recherches, nous avons pointillé le pourcentage de fréquence des protubérances, déduite des observations italiennes pour chaque intervalle de 10° de latitude solaire au nord et au sud de l'équateur.

» Nous avons constaté que les époques de la perturbation protubérantielle maxima dans les latitudes élevées diffèrent grandement des époques près de l'équateur. Ces dernières sont associées de près aux époques du maximum de fréquence des taches; les premières, aussi bien au nord qu'au sud, se produisent à des temps intermédiaires.

» Ainsi, il existe deux séries d'éruptions protubérantielles bien marquées, se produisant à intervalles de 3 à 4 ans. Les deux séries sont exactement représentées dans les courbes de la pression dans l'Inde. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La relation entre les protubérances solaires et le magnétisme terrestre.* Note de Sir **Norman Lockyer.**

« Nous nous sommes récemment occupés, à l'Observatoire de Physique solaire, à étudier la belle série d'observations faites, depuis 1871, par les astronomes italiens Tacchini, Riccò et autres.

» Dernièrement, j'ai fait la comparaison de la fréquence des protubé-

rances visibles dans chaque latitude solaire avec la fréquence de la plus grande intensité des orages magnétiques et la courbe générale de l'activité magnétique.

» Le résultat indique : 1° que les époques des orages classés *great* par Ellis et de la plus grande activité chromosphérique *près des pôles* du Soleil sont identiques; 2° que la courbe générale d'activité magnétique terrestre est à peu près la même que celle des protubérances observées *près de l'équateur* solaire. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude théorique de la résistance à la compression du béton fretté*. Note de M. **Considère**.

« Les expériences dont il a été rendu compte dans ma Communication du 18 août ayant prouvé que le béton armé possède, au point de vue de la tension, des propriétés que l'étude du béton non armé ne pouvait pas faire soupçonner, il était naturel de rechercher s'il en est de même du béton soumis à la compression et s'il est possible d'en tirer parti dans les constructions.

» Le béton comprimé s'écrasant toujours avec gonflement latéral, les armatures longitudinales ne peuvent qu'ajouter leur résistance à la sienne sans modifier celle-ci. Dès 1892, MM. Koehnen et Wayss ont exprimé l'avis que des armatures droites ou circulaires, qu'on placerait dans des plans perpendiculaires à la pression et suffisamment rapprochés les uns des autres, augmenteraient la résistance propre du béton. Depuis, M. Harel de la Noë a donné l'explication scientifique du rôle des armatures transversales et rectilignes.

» Les considérations développées plus loin m'ont conduit à penser qu'on obtiendrait le maximum d'effet utile en frettant le béton au moyen de fils ou de barres d'acier enroulés en spires hélicoïdales dans les membrures comprimées, à la distance de leur surface qui serait nécessaire pour les protéger contre la rouille. Des expériences préliminaires ont prouvé que le métal ainsi employé produit un effet utile sensiblement double de celui que donnent les armatures transversales rectilignes. En conséquence, on ne s'occupera ici que du béton fretté.

» La résistance des corps solides est produite par deux causes distinctes : la cohésion et le frottement intermoléculaire.

» On admet que le frottement intermoléculaire est soumis aux mêmes lois que le frottement à la surface des corps et que son intensité est dans le même rapport avec la pression normale. Cette hypothèse une fois admise, il est facile de calculer la résistance que le frettage produit en augmentant le frottement.

» Il est possible que le frettage, en accroissant la densité, augmente aussi les effets de la cohésion qui dépendent des variations de distance des molécules entre elles. Mais ce supplément de résistance est incertain et, en tout cas, de valeur inconnue, et il semble que la méthode de recherche la plus sûre est la suivante : mesurer la résistance réelle de prismes frettés; calculer la résistance que le frettage leur donne par son action sur le frottement intermoléculaire; examiner comment la différence qui est attribuée à la résistance propre du béton cadre avec ce qu'on sait par ailleurs de celle-ci.

» Le supplément de résistance que le frettage d'une pièce de béton produit en agissant sur le frottement intermoléculaire est, d'après l'hypothèse faite plus haut, égal à la résistance totale que le même frettage donnerait à une pièce de dimensions identiques qui serait formée d'un sable sans cohésion ayant même angle de frottement f et même coefficient de gonflement latéral g. Or cette résistance est facile à calculer au moyen d'une formule connue de la théorie de la poussée des terres sans cohésion.

» Si P représente la pression par centimètre carré qu'on exerce sur la base supérieure d'un cylindre vertical formé d'une matière sans cohésion dont l'angle de frottement est égal à f, et dont le poids est négligeable en regard des pressions extérieures, on sait que, pour empêcher l'écrasement, il faut appliquer sur la surface latérale une pression par centimètre carré $\frac{P}{K}$, K étant égal à $\frac{1}{\tang^2 \frac{f}{2}}$.

» Cette formule permet de calculer facilement l'effet du frettage sur un tel cylindre. Soit, en effet, s l'aire de chacune des deux sections symétriques qu'un plan méridien fait dans le frettage, la pression par unité de surface de contact, que le frettage exercera sur le sable, sera égale à $\frac{s}{rh}$ pour chaque unité de tension du métal, r et h étant le rayon de base et la hauteur du cylindre.

» De la formule rappelée plus haut il résulte que la base supérieure

du cylindre pourra porter $\frac{Ks}{rh}$ par unité de surface et $\frac{\pi K rs}{h}$ pour la surface πr^2 de la base.

» Le volume du métal dont les frettes sont formées étant $2\pi rs$, le rapport U, de la résistance que le frettage donne au sable, au volume du métal employé est égal à $\frac{K}{2h}$.

» Il est évident que le rapport correspondant U' a la valeur $\frac{s}{sh} = \frac{1}{h}$ dans les armatures longitudinales qui supportent directement la pression, telles qu'on les emploie couramment dans les constructions armées.

» On a donc $\frac{U}{U'} = \frac{K}{2}$ et l'expérience a donné, pour les bétons expérimentés, $K = 4,8$. Il en résulte que *la résistance communiquée au sable par les frettes est 2,4 fois plus grande que la résistance propre d'armatures longitudinales de même poids lorsque la tension des premières est égale à la pression des secondes.*

» 2,4 est donc aussi le rapport des résistances à l'écrasement que donnent, à poids égal, les deux types d'armatures en question, car l'écrasement se produit dans les pièces frettées comme dans celles qui ont des armatures longitudinales, lorsqu'est atteinte la limite d'élasticité du fer ou de l'acier, qui est sensiblement la même dans la tension et dans la compression.

» L'écrasement n'est pas le seul danger dont on doive se préoccuper pour les pièces comprimées, car elles peuvent aussi périr par flambement, et leur résistance, à ce point de vue, est proportionnelle à leur coefficient d'élasticité, c'est-à-dire au quotient de la pression unitaire qu'elles supportent par le raccourcissement qu'elles éprouvent. Or g représentant le rapport du gonflement transversal au raccourcissement longitudinal, les frettes ne s'allongent que de gi lorsque les armatures longitudinales se raccourcissent de i. Les tensions des unes et les pressions des autres sont donc proportionnelles à ces déformations gi et i et, par suite, les résistances à la compression données au cylindre par les frettes et par les armatures longitudinales, pour un même raccourcissement, sont proportionnelles à $gi\frac{K}{2}$ et i, c'est-à-dire à $g\frac{K}{2}$ et 1.

» Il n'a pas été fait d'expériences exactes pour déterminer la valeur de g pour le béton fretté. On a trouvé 0,40 pour le béton non fretté, et les

chiffres relatifs aux substances les plus comparables varient de 0,35 à 0,40.

» On admettra la moyenne 0,375 et l'on trouvera ainsi pour $g\frac{K}{2}$ la valeur

$$0,375 \times 2,4 = 0,90.$$

» On peut donc définir ainsi les effets du métal qui frette un cylindre sans cohésion :

» *Pour un raccourcissement du cylindre de valeur donnée, le métal des frettes subit une déformation et, par suite, une fatigue qui ne sont que les $\frac{375}{1000}$ de celles qu'éprouveraient des armatures longitudinales associées au raccourcissement du cylindre. L'effet utile du travail du métal des frettes étant multiplié par 2,4 en raison de leur mode d'action, la résistance qu'elles donnent au cylindre est les $\frac{90}{100}$ de celle que produiraient des armatures longitudinales de même poids subissant le même raccourcissement que le prisme fretté.*

» *Au moment où le dépassement de la limite d'élasticité dans les armatures longitudinales produirait l'écrasement du cylindre, le métal des frettes ne travaillerait qu'aux $\frac{375}{1000}$ de cette limite et, par suite, l'écrasement du béton fretté serait encore fort loin de se produire.*

» Du sable sans cohésion il faut passer au béton et, pour qu'à la résistance donnée au premier par le frottement on puisse légitimement ajouter la résistance propre du second, il faut que celle-ci ne soit pas détruite par les déformations importantes sans lesquelles le métal des frettes ne saurait se mettre en forte tension. La remarquable ductilité donnée au béton tendu par les armatures permettait d'espérer par analogie qu'il en serait ainsi. L'observation des résultats d'un accident tend à le confirmer et a conduit à entreprendre les expériences qui en ont fourni la preuve et dont il sera rendu compte dans une prochaine Communication.

» On avait formé une balise du département du Finistère, celle de Gorlébian, d'un tube métallique de 19^{cm} de diamètre rempli de pâte de ciment pur. Les vagues l'avaient ployée suivant un rayon de 55^{cm} mesuré sur l'axe. On en a détaché un tronçon dans la plus grande courbure, et l'on a constaté que le ciment, qui avait subi de si énormes déformations, n'était traversé, dans la partie comprimée, que de rares fissures et avait conservé une très grande résistance. Cet échantillon a été présenté à l'Académie. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l' « Atlas bathymétrique et lithologique des côtes de France, par M. *J. Thoulet.* »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur des procédés de concentration de liquides alimentaires, et particulièrement du vin.* Note de M. **F. Garrigou.**

« Sollicité, en 1872, de m'occuper de la question de la nourriture et des boissons concentrées pour l'armée en campagne, j'entrepris, cette même année, mes premières recherches sur ce sujet; bientôt après, M. le professeur Forthomme, de Nancy, fit construire dans cette ville, sur mes indications, mes petits appareils pour la concentration et la stérilisation des divers liquides (vin, lait, cidre, café, infusions végétales diverses, bouillon, etc.) dans le vide, à chaud. C'est la solution du problème relatif à la concentration du vin, en particulier, que je soumets aujourd'hui à l'Académie.

» Concentration et stérilisation du vin. — 1° *Méthode par le glaçage.* — L'enlèvement de l'eau du vin par le glaçage a deux obstacles à surmonter : d'abord le coût élevé des opérations successives, puis la perte d'une petite quantité d'alcool et de la couleur rouge. Cependant, avec certaines précautions qu'il serait trop long d'exposer ici, j'ai pu conserver la couleur rouge et éviter la perte d'alcool, en même temps que j'enlève la quantité d'eau voulue.

» 2° *Évaporation à chaud dans le vide.* — Cette méthode, appliquée d'une manière rationnelle et scientifique, m'a donné, dès 1875, des résultats absolument inattendus. A plus forte raison me donne-t-elle maintenant, avec des appareils perfectionnés ([1]) et d'un prix relativement peu élevé, des produits remarquables par leur pureté, par leurs qualités hygiéniques et par le peu de dépense qu'ils exigent (0fr,40 environ par hectolitre de vin traité et, bientôt, mieux encore).

([1]) Brevet de mai 1889; deuxième brevet, de décembre 1898; troisième et quatrième brevets, de décembre 1900; cinquième et sixième brevets, plus récents encore.

» Avec mes nouveaux moyens de distillation, que je me propose de décrire prochainement, une équipe de quatre hommes peut mettre en marche, surveiller, arrêter instantanément si c'est nécessaire, une batterie de plusieurs appareils fort simples, permettant de traiter plusieurs centaines d'hectolitres de vin par jour, et d'obtenir de l'alcool éthylique pouvant être considéré comme pur, avec le bouquet de vin.

» Les résultats obtenus avec les appareils datant de l'année 1900 méritent d'être signalés dans l'ordre dans lequel ils se présentent :

» 1° Départ du bouquet vers 30° (dans le vide) avec de l'alcool éthylique; 2° départ de l'alcool éthylique presque pur, vers 35° environ; 3° arrivée de petites quantités d'alcools supérieurs, avec l'alcool éthylique, vers 40°; 4° alcools supérieurs, avec mauvais goût; 5° produits nauséeux; 6° eau (elle accompagne en plus ou moins grande quantité les produits précédents; elle arrive avec un goût légèrement vineux et est acide; abandonnée à l'air, elle permet le développement de produits organisés que je me propose de décrire prochainement); 7° acide acétique (il en passe de petites quantités avec tous les produits de la distillation); 8° il reste dans l'appareil évaporateur une vinasse d'un beau brillant, d'un rouge vineux remarquablement vif et beau par son intensité, absolument pasteurisée et complètement dépourvue de goût de cuit, si l'opération a été bien conduite.

» La concentration à 25 pour 100 est bien suffisante pour le grand commerce des vins.

» Les vins concentrés que j'ai produits, et dont je possède des échantillons datant de 22 ans, dans un état parfait de conservation, ont été dégustés : en 1889, par MM. les intendants généraux Viguié et Rossignol, qui les ont trouvés irréprochables; en 1890 (au Congrès de Narbonne), par des dégustateurs de cette ville, qui les ont trouvés « exquis » (Volume du Congrès, pages 403 et 404); de 1890 à 1902, par de nombreux dégustateurs (ingénieurs, propriétaires, professeurs d'œnologie et d'agriculture, médecins, pharmaciens, dégustateurs de profession, etc.), qui les ont trouvés remarquables; en 1902, par plusieurs autres dégustateurs, par plusieurs de mes collègues de l'Académie des Sciences de Toulouse, par plusieurs médecins militaires [1] venus *ad hoc* dans mon laboratoire, et qui ont donné une approbation

[1] M. le Dr Linon, médecin en chef de l'Hôpital militaire de Toulouse, un Cahursien, a reconnu, sans être prévenu de son origine, un vin de Cahors, concentré à 25 pour 100, depuis 18 ans, et conservé depuis cette époque dans une bouteille en vidange, sans la moindre altération.

M. le Dr de Santi, médecin-major de 1re classe, a assisté à la concentration d'un

complète à la finesse et au bon goût de ces produits; enfin, par M. le Dr Geschwind, directeur du service de santé du 17e corps d'armée, qui, après avoir vu fonctionner mes appareils et goûté les produits, n'a pu s'empêcher de dire sa pensée et son opinion, en prenant le fauteuil de la présidence de la Société de Géographie de Toulouse, que j'avais l'honneur de lui céder ([1]).

» Je n'ai d'ailleurs jamais hésité à montrer mes procédés, mes appareils, et à faire déguster les produits de la concentration, à tous ceux qui me l'ont demandé.

» J'ai traité dans mes appareils un grand nombre de vins rouges et blancs, vins analysés comparativement avant et après la concentration.

» Je me propose de donner, dans une Note ultérieure, les analyses comparatives des vins traités, avec quelques détails sur la concentration et la pasteurisation des liquides alimentaires.

» *Nota.* MM. Baudoin et Schribaux se sont également occupés de la concentration du vin (*Comptes rendus*, séance du 28 juillet 1902). »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De la traite mécanique, dans l'industrie laitière.* Note de MM. F. **Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. Brouardel.

« La traite mécanique des vaches offre une réelle sécurité au point de vue de l'introduction accidentelle, dans le lait, de germes pathogènes.

» Les expériences que nous avons faites, grâce à l'obligeance de M. V. Hugot, à *Jersey Farm*, ont consisté dans l'ensemencement, avec une pipette stérilisée, d'une goutte de lait (représentant $\frac{1}{100}$ de centimètre cube) dans 10^{cm^3} de gélose lactosée, versée dans une plaque de Petri, et dans la numération des colonies qui se sont développées après 10 jours sur ce milieu solide.

---

vin qu'il m'avait apporté, puis à sa reconstitution, et il a trouvé le dernier au moins aussi bon que le vin type.

([1]) Voici comment s'est exprimé M. le Dr Geschwind (*Bulletin de la Société de Géographie de Toulouse*, 1902) : « Notre gratitude doit tout d'abord s'adresser à notre cher Président, le Dr Garrigou. Nous devons lui savoir d'autant plus gré de son infatigable coopération à la prospérité de la Société, qu'il est déjà absorbé par les exigences de son enseignement à la Faculté de Médecine... et enfin par la grande œuvre qu'il poursuit depuis 30 ans : cette concentration du vin, à laquelle restera attaché son nom, cette œuvre dont la réalisation pratique sera un immense bienfait, autant pour nos explorateurs, de l'équateur comme du pôle, que pour nos soldats en campagne et nos marins en croisière. »

» Les prélèvements ont été effectués :

» I. Dans le jet au sortir du pis convenablement aseptisé.

» II. Dans la masse du lait trait sans précautions antiseptiques.

a. Traite à la main.

b. Traite à la mécanique.

» III. Dans la masse du lait trait en prenant toutes les précautions convenables d'asepsie des mains, du pis, et après stérilisation à la vapeur des récipients.

a. Traite à la main.

b. Traite à la mécanique.

» Les ensemencements ont été faits aussitôt après la traite.

» Les numérations ont donné les résultats suivants :

» I. Dans le jet du pis aseptisé............ 1700 colonies au centimètre cube.

» II. *Sans précautions antiseptiques :*

Traite à la main.................. 4600 colonies au centimètre cube.
Traite à la mécanique............. 402000 » »

» III. *Avec précautions antiseptiques :*

Traite à la main................ .. 4900 colonies au centimètre cube.
Traite à la mécanique............. 52000 » »

» Nous avons de plus titré l'acidité des deux échantillons de lait traits par les deux modes différents.

» Cette acidité, exprimée pour 10^{cm^3} de lait en centimètres cubes de potasse normale décime, était respectivement :

	Traite	
	à la main.	à la mécanique.
	cm³	cm³
Au moment de la traite............	1,4	1,4
24 heures après la traite...........	2,1	6,4
36 heures après la traite...........	3,9	9,2

» Après 36 heures, le lait trait à la mécanique était caillé, tandis que celui à la main ne l'était pas.

» Ces constatations nous permettent de conclure qu'il faut que tous les accessoires (tuyaux, robinets, etc.) composant les appareils puissent se nettoyer et se stériliser facilement, pour que l'opération de la traite mécanique fournisse des résultats satisfaisants.

» Sans cette condition expresse on risque d'obtenir un lait privé, il est vrai, de germes pathogènes introduits accidentellement soit par les mains du vacher, soit par toute autre cause, mais par contre abondamment pourvu de ferments lactiques et autres, qui diminuent, dans une forte proportion, la durée de conservation du lait. »

HISTOLOGIE. — *Structure des corps suprarénaux des Plagiostomes.* Note de M. E. Grynfeltt, présentée par M. Alfred Giard.

« Les corps suprarénaux des Plagiostomes sont formés par une masse épithéliale entourée d'une mince capsule et traversée seulement par des capillaires sanguins et par des fibres nerveuses terminales. Chez vingt-quatre espèces de Squales ou de Raies que j'ai examinées, j'ai toujours trouvé la même structure fondamentale.

» Les dissociations ne permettent pas de diviser cette masse cellulaire en cordons ou en nodules et les résultats fournis par cette méthode d'investigation ont été confirmés par l'examen de coupes très exactement sériées. Partout la substance fondamentale est constituée par des cellules particulières, auxquelles Kohn a donné le nom de *chromaffine Sympathicuszellen,* parce qu'il les a considérées comme des cellules très voisines des cellules du système nerveux grand sympathique. Il vaut mieux les désigner tout simplement sous le nom de *cellules chromaffines* pour rappeler la propriété qu'elles ont de se colorer fortement en brun au contact des sels de chrome.

» Ces cellules chromaffines sont, en effet, contrairement à l'opinion de Kohn, des cellules épithéliales : elles sont toutes au contact, sans interposition d'aucune substance fondamentale appréciable, ni d'éléments autres que des capillaires sanguins ou des terminaisons nerveuses. Souvent polyédriques, ces cellules chromaffines deviennent dans certains cas assez irrégulières et peuvent alors présenter des prolongements étendus. La forme géométrique de ces prolongements ne permet pas de les confondre avec des prolongements d'éléments nerveux, et du reste ils n'en ont aucunement la structure.

» Le cytoplasme des cellules chromaffines renferme une substance caractérisée par la coloration brune que lui donnent les sels de chrome. Cette *substance chromaffine* se présente sous forme de granulations fines et arrondies répandues d'une manière régulière dans la presque totalité du corps cellulaire.

» Ces granulations existent dans des cellules n'ayant subi l'action d'aucun réactif, ainsi que je l'ai vu sur de minces coupes de corps suprarénal, faites sur le frais et dissociées dans la sérosité péritonéale de l'animal. En faisant arriver sous la lamelle du bichromate de potasse en solution assez concentrée, on voit la réaction chromaffine se faire sous les yeux de l'observateur. L'acide osmique colore, lui aussi, assez fortement en noir ces granulations. En employant certains liquides fixateurs, tels que les liquides de Zenker ou de Tellyesniczky, ceux de Flemming (solution forte) ou de Laguesse (liquide J) par exemple, on peut obtenir des préparations où les granulations chromaffines sont bien conservées et l'on peut alors les étudier sur des coupes.

» D'une manière générale, on peut dire que ces granulations ont une affinité très marquée pour certaines matières colorantes, en particulier pour la safranine, le violet de gentiane, l'hématoxyline ferrique. La safranine les colore en rouge vif; le violet de gentiane, en violet plus ou moins foncé; l'hématoxyline au fer, tantôt en noir violacé, tantôt en bistre, suivant le degré de différenciation recherché.

» Sur ces mêmes coupes on trouve, à côté des cellules absolument bourrées de grains chromaffines, d'autres éléments où ces grains disparaissent par places; on voit alors une ou deux grandes vacuoles claires apparaître dans le protoplasma. Quand les vacuoles sont très développées, le protoplasma se trouve réduit à l'état de minces lames interposées entre elles. Le tout prend alors l'aspect d'une sorte de matière claire cloisonnée par de minces tractus. Quand cette vacuolisation se trouve réalisée sur un grand nombre de cellules voisines, on a de la peine à reconnaître la disposition épithéliale primitive de l'organe, et il est vraisemblable que cette disposition a pu induire en erreur quelques auteurs. De nombreuses formes de transition permettent de saisir les modifications graduelles qui ont conduit de cette disposition épithéliale à la disposition vacuolaire irrégulière. Cette vacuolisation et la disparition d'une partie de la substance chromaffine à laquelle elle succède indiquent une variation régulière et physiologique dans la quantité de cette substance.

» Les noyaux des cellules chromaffines présentent des variations très nettes dans leur volume ainsi que dans la disposition de leur chromatine. Après l'action de colorations multiples (triple coloration de Flemming, coloration de Rabl) on peut mettre en évidence des variations de chromaticité fort nettes. On voit aussi, sur ces mêmes préparations, que la chromatine dans ces noyaux subit des variations quantitatives assez importantes. Néanmoins, il m'a été impossible, jusqu'ici, d'établir une relation certaine entre les variations de l'appareil chromatique du noyau et celles signalées ci-dessus dans le cytoplasme.

« J'ai mentionné plus haut la présence de fibres nerveuses terminales dans la substance propre des corps suprarénaux. J'ai pu les mettre en évidence, soit par la méthode de Golgi-Cajal, au chromate d'argent, soit par la méthode d'Ehrlich-Bethe, au bleu de méthylène vital. Par conséquent, les nerfs ne se contentent pas, ainsi que l'a vu Chevrel, d'entourer l'organe d'un riche réseau; ils pénètrent au contraire dans le parenchyme, entre les cellules chromaffines, au contact desquelles ils se terminent par des extrémités libres comme c'est le cas pour les terminaisons glandulaires ordinaires. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juillet 1902.

Ministère des Colonies. Office colonial. *Ressources végétales des Colonies françaises représentées dans les collections de l'*Office colonial *du Ministère des Colonies,* classées par Gustavo Niederlein. Paris, imp. Paul Dupont, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Traité général de Viticulture. Ampélographie, publiée sous la direction de P. Viala et V. Vermorel; t. III. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Guignard. Hommage des auteurs.)

Emploi des fusées contre la grêle, résultats obtenus, par le Dr E. Vidal. (Extr. du *Rapport* présenté au 3e Congrès international de défense contre la grêle à Lyon.) Hyères, imp. Arène, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg; t. XXXII, publié sous la direction de M. L. Corbière. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1901-1902; 1 vol. in-8°.

Six feuilles nouvellement éditées, par le Service géographique de l'Armée, des Cartes d'Algérie au 200000e, de la Tunisie au 50000e et au 100000e, en couleur.

Zur Vorgeschichte des deutschen Kartells und der internationalen Association der Akademien. Im Auftrage der kön. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zusammengestellt und dem Kartelltage in Göttingen (15 mai 1902), vorgelegt von dem o. M. Wilhelm His. (Extr. des *Berichte über die Verhandlungen der kön. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig.* Mathematisch-physische Klasse, Bd. 54.) Leipzig, B.-G. Teubner, 1902; 1 fasc. in-8°.

Abel, den store mathematikers slegt, ved S.-H. Finne-Grönn, med 55 portræter, silhouetter og facsimiler. Christiania, 1899-1900; 1 vol. in-4°.

Vorlesungen über theoretische Physik, von H. von Helmholtz; Bd. II : *Dynamik continuirlich verbreiteter Massen,* herausgegb. v. Otto Krigard-Menzel, mit 9 Figuren im Text. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1902; 1 vol. in-4°.

Studies in heterogenesis, by H. Charlton Bastian. Londres, Williams et Norgate, 1901-1902; 2 fasc. in-8°.

A rediscussion of Bailey's and Fourcade's surveys and their reduction to the system of the geodetic Survey, by sir David Gill. (Cape of Good Hope. Geodetic Survey of South Africa, Vol. II.) Cap-Town, W.-A. Richards et fils, 1901; 1 vol. in-4°.

Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. Belgica *en* 1897-1898-1899, *sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Rapports scientifiques publiés aux frais du Gouvernement belge, sous la direction de la Commission de la* Belgica : Étude des chronomètres (2 parties). Phénomènes optiques de l'atmosphère. Aurores australes. Détermination de la densité de l'eau de mer. Rapport sur la densité de l'eau de mer. Mousses et Hépatiques, Spongiaires. Échinides et

Ophiures. Brachiopodes. Pinnipèdes (seals). Note relative aux Rapports scientifiques. Anvers, imp. J.-E. Buschmann, 1901-1902; 11 fasc. in-4°.

Atti della R. Accademia Peloritana, anno XVI, 1901-1902. Messine, 1902; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Université de la Nouvelle-Russie, t. LXXXVI, 1re et 2e parties. Odessa, 1902; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 11 août 1902.)

Note de MM. *Jean Camus* et *P. Pagniez,* Hémoglobinurie d'origine musculaire :

Page 326, ligne 34, *au lieu de* 30 secondes, *lisez* 30 minutes.
Même page, ligne 37, *au lieu de* 30 secondes, *lisez* 30 minutes.
Page 327, ligne 10, *au lieu de* 5^{cg}, *lisez* 5^{cm^3}.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er SEPTEMBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éruption de la Martinique.* Note de MM. **A. Lacroix, Rollet de l'Isle** et **Giraud**, délégués de l'Académie.

« Au moment où nous rentrons en France, nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un aperçu sommaire des résultats de la première partie de la mission qu'elle a bien voulu nous confier pour l'étude de l'éruption volcanique de la Martinique :

» Nous avons séjourné à la Martinique du 20 juin au 1er août, avec une interruption de trois jours (9 au 11 juillet), consacrés, sur la demande de M. le Ministre des Colonies, à une rapide visite à la Soufrière de la Guadeloupe.

» Nous avons tout d'abord travaillé en commun dans la région de la Montagne Pelée, puis M. Lacroix a continué exclusivement l'étude du volcan, pendant que M. Rollet de l'Isle instruisait diverses questions relatives aux ports de la Martinique et que M. Giraud faisait une première exploration géologique des parties méridionale et orientale de l'île.

» Dans les pages qui suivent, nous nous occuperons : 1° des observations que nous avons faites sur les éruptions de la Montagne Pelée; 2° de la catastrophe qui a anéanti Saint-Pierre le 8 mai dernier et de la recherche de ses causes.

» Nous compléterons ces premières données au fur et à mesure de l'étude des nombreux matériaux (gaz, minéraux, roches, fossiles, objets divers provenant de Saint-Pierre, etc.) recueillis au cours de notre voyage.

1° *Éruptions de la Montagne Pelée.*

» Nous avons réuni les éléments d'un historique chronologique aussi complet que possible de toutes les manifestations volcaniques antérieures

à notre arrivée et de celles auxquelles nous avons assisté. Les faits les plus importants en étant déjà connus de l'Académie, nous en réservons la publication pour plus tard et nous présenterons seulement ici nos observations sous une forme synthétique.

» Le cratère. — Il est impossible de donner actuellement des détails sur la topographie intérieure du cratère; il n'est pas directement abordable, d'une part, et d'une autre, pendant tout notre séjour à la Martinique, les nuages, enveloppant continuellement le sommet de la montagne, ont beaucoup gêné nos observations.

» Le cratère est situé sur le revers occidental de la Montagne Pelée et à une altitude de quelques centaines de mètres au-dessous de l'ancien lac des Palmistes. Il est bordé par les crêtes du Morne-la-Croix, du Morne-Martin et du Petit-Bonhomme. Une profonde échancrure en forme de V s'ouvre vers le Sud-Ouest, au-dessus de la rivière Blanche. Par cette échancrure, on distingue un haut talus fort raide, constitué par des blocs de projection de l'éruption actuelle; grâce à leur incandescence, on les voit rouler pendant la nuit à sa surface.

» Nous avons, à trois reprises différentes, atteint les falaises qui dominent le cratère; à l'Est (par l'ancien lac des Palmistes), au Sud-Est (du côté du Morne-Rouge, par le Morne-Aileron et le Morne-Ponce), et enfin au Sud (par le Morne-Saint-Martin). Malheureusement, à partir de l'altitude de 900^m, nous avons été enveloppés par le brouillard et, arrivés au terme de nos ascensions, nous avons dû nous contenter de constater les parois verticales vers l'intérieur, le dégagement intense d'acide sulfureux et de vapeur d'eau, et enfin l'extrême abondance des blocs projetés, des bombes de toutes dimensions, qui, sur ces hauteurs, recouvrent entièrement le sol.

» Lors de l'ascension de l'ancien lac des Palmistes, effectuée le 29 juin, nous avons trouvé ce lac entièrement comblé par une boue fine et gluante, de laquelle émergeaient d'énormes bombes d'andésite vitreuse.

» Un violent orage ne nous a pas permis d'atteindre le sommet du Morne-la-Croix; nous nous sommes arrêtés à une éminence constituée par une andésite rouge, ayant une altitude de 1270^m; nous avons distingué, dans le brouillard, un sommet un peu plus élevé constitué par le Morne-la-Croix. Quelques jours après (6 juillet), étant mouillés en rade de Saint-Pierre, à bord du *Jouffroy*, nous avons vu émerger des nuages, pendant quelques minutes, le point culminant de la Montagne Pelée. Le second du bâtiment, M. Deville, en a pris la hauteur, qu'il a trouvée de 1353^m, c'est-à-dire la hauteur normale du Morne-la-Croix, avec une légère erreur

par excès, qui s'explique par les conditions dans lesquelles la mesure a été faite. Le sommet de la Montagne Pelée n'était donc pas à cette date complètement effondré, comme on l'a affirmé à l'origine de l'éruption. Des modifications se sont cependant certainement opérées dans le voisinage du cratère au cours de notre séjour. Les photographies de la grande crevasse Sud-Ouest, que nous avons faites à de nombreuses reprises, nous permettront de préciser la nature et l'importance de ces modifications.

» Formation de fissures. — L'éruption actuelle n'a été caractérisée par l'ouverture d'aucune fente béante en dehors du cratère; mais l'existence de fissures est mise en évidence par les nombreuses fumerolles qui seront étudiées plus loin. Leur direction générale est Nord-Est-Sud-Ouest. Le plus grand nombre d'entre-elles sont localisées dans une zone assez étroite, comprise entre le lit de la rivière Sèche et celui de la rivière Blanche; il est possible que les fumerolles situées sur le bord de la côte, entre la rivière Sèche et la rivière de l'habitation Canonville, jalonnent une seconde direction de cassures secondaires Nord-Nord-Est, coupant la première. Nous avons constaté que les fumerolles de la rivière Blanche ne sont pas limitées à la terre ferme; elles se prolongent dans la mer, et il n'est pas sans intérêt, à ce point de vue, de faire remarquer que c'est sensiblement sur leur prolongement que des ruptures du câble sous-marin ont eu lieu à 10 milles environ de la côte, le 5 et le 30 mai, le 8 juillet. Lorsque, le 11 juin, on a relevé le câble rompu le 30 mai, le goudron de celui-ci coulait en larmes, bien qu'il fût ramené d'une profondeur de 1200 brasses. Enfin, le matin du 5 mai, avant la catastrophe de l'usine Guérin (date de l'apparition des fumerolles dans la vallée de la rivière Blanche), une grande quantité de poissons morts a été recueillie à la surface de la mer dans cette même direction; à la fin de juin, nous y avons nous-mêmes trouvé, morts sur la côte, de petits poissons plats appartenant à des espèces qui vivent habituellement vers 200^{m} de fond.

» Les produits du volcan. — D'une façon générale, les éruptions volcaniques sont caractérisées par deux sortes de phénomènes :

» 1° Par la sortie explosive de gaz, de vapeurs et de matériaux silicatés solides ou fondus, plus ou moins volumineux, portés à une très haute température;

» 2° Par l'épanchement de ces mêmes silicates fondus sous forme de coulées ou d'amas.

» Jusqu'à présent, ce second ordre de phénomènes a manqué totalement dans l'éruption actuelle. De nombreux récits publiés parlent de coulées de

lave épanchées dans le lit de la rivière Blanche et dans celui de la rivière Sèche : ce qui a été désigné sous ce nom par des personnes étrangères à la Géologie n'est pas des coulées de lave, mais des torrents d'eau boueuse chaude, roulant de gros blocs de roches.

» Comme à l'ordinaire, l'éruption actuelle se signale par des séries nombreuses d'explosions, parmi lesquelles quelques-unes ont été d'une très grande violence. Il y a lieu de signaler d'une façon spéciale celle du 8 mai qui a détruit Saint-Pierre et celle du 20 mai qui a parachevé cette œuvre de destruction, celles du 6 juin et du 9 juillet qui, comme les précédentes, ont donné des manifestations visibles de Fort-de-France. Ces paroxysmes se sont, comme on le voit, produits à des intervalles inégaux; ils ont été séparés les uns des autres par des périodes de calme relatif pendant lesquelles les projections de cendre étaient de peu d'importance ou même nulles.

» Nous allons considérer successivement les produits volatils et les produits solides rejetés.

» *Produits gazeux.* — Les poussées de gaz et de vapeur émanées du cratère ont la forme classique; leur sortie est souvent accompagnée de grondements ou de détonations. Elles s'élèvent verticalement, souvent à une grande hauteur, et s'inclinent ensuite dans la direction du vent, qui venait pendant notre séjour d'une façon presque constante de l'Est-Nord-Est. Parfois, elles atteignent la région supérieure des contre-alisés, qui les entraînent alors vers le Sud. C'est ce qui a eu lieu lors des grandes éruptions et c'est ce qui a permis aux nuages volcaniques d'arriver jusqu'au-dessus de Fort-de-France.

» Ces poussées explosives, essentiellement constituées par de la vapeur d'eau accompagnée de gaz, sont, le jour, blanches, rousses ou noires, suivant qu'elles tiennent en suspension une plus ou moins grande quantité de cendres. On observe par l'ouverture Sud-Ouest du cratère des vapeurs ayant un aspect un peu différent des précédentes; ce sont des flots d'une vapeur épaisse, lourde, de couleur sombre, fréquemment cuivrée, qui roulent sur les talus extérieurs du cratère et jusqu'au fond des crevasses aboutissant à la rivière Blanche.

» Elles sont probablement constituées par des bouffées de gaz et de vapeur d'eau très riches en cendre.

» Les vives *lueurs* qui ont été signalées par les témoins des grandes éruptions paraissent dues aux matériaux solides (*lapillis* et blocs) incandescents, projetés avec les gaz et les vapeurs. Nous avons constaté, pendant

les nuits que nous avons passées devant le volcan, des lueurs immobiles siégeant sur le bord du cratère et provenant sans doute de la réverbération des matières incandescentes qui y sont accumulées. Des points lumineux plus brillants et mobiles étaient dus à la chute de blocs projetés, roulant à la surface des talus du cratère.

» Nous n'avons pas vu personnellement les *flammes* qui ont été signalées par divers observateurs au cours des grandes éruptions.

» Les seules données positives sur les gaz émis par le cratère en même temps que la vapeur d'eau concernent l'acide sulfureux, dont la grande abondance est mise en évidence par son odeur suffocante. Il est d'ailleurs nécessaire d'aborder les crêtes mêmes de la montagne pour les apercevoir d'une façon absolument évidente.

» *Fumerolles.* — Par contre, il nous a été possible d'étudier les nombreuses fumerolles plus accessibles qui se rencontrent dans la vallée de la rivière Blanche, depuis son origine jusqu'à la mer, et dans la partie inférieure du cours de la rivière Sèche; elles jalonnent la direction de fractures dirigées Nord-Est-Sud-Ouest dont il a été question plus haut.

» Quelques-unes des fumerolles se rencontrent dans le lit même de ces deux rivières, et notamment près de leur embouchure. Mais le plus grand nombre d'entre elles sont disposées, isolées ou par groupes, sans ordre apparent, dans toutes les parties de la vallée de la rivière Blanche, et plus au Nord, jusqu'à la rivière située près de l'habitation Canonville. Notons enfin qu'une fumerolle isolée a fonctionné jusqu'aux premiers jours de juillet à l'embouchure de la rivière des Pères.

» Toutes ces fumerolles sont, on le voit, distribuées ou localisées sur le revers Sud-Ouest de la Montagne Pelée; nous parlerons plus loin d'une fumerolle qui a été observée aux alentours du 20 mai sur son revers Est, près de l'Ajoupa-Bouillon, mais qui n'a pas fonctionné pendant notre séjour.

» Les fumerolles que nous avons étudiées se comportent très différemment, suivant qu'elles aboutissent à l'air libre ou qu'elles débouchent dans le lit des rivières.

» Celles qui se font jour dans les conglomérats volcaniques, au milieu de la cendre ou dans les fissures du sol ancien, ne donnent relativement que peu de vapeur d'eau; celle-ci n'est souvent pas apparente au soleil; mais il suffit d'en intercepter les rayons, en recouvrant l'orifice avec un morceau d'étoffe, par exemple, pour qu'elle devienne immédiatement perceptible. Ces fumerolles ont, en général, une température oscillant autour

de 100° C. Elles contiennent une assez grande proportion d'hydrogène sulfuré, dont la décomposition détermine à l'orifice de sortie des cristallisations de soufre.

» Des fumerolles plus chaudes accompagnent parfois les précédentes ; leur température, à $0^{m},10$ de profondeur à partir de la surface du sol, est voisine de 400° C. Le plomb y fond en effet facilement, alors que le zinc reste intact; un thermomètre gradué jusqu'à 410° C. y a été brisé à bloc. A leur émergence, ces fumerolles donnent d'abondantes cristallisations de sel ammoniac, accompagné par un peu de soufre et plus rarement de réalgar.

» Les fumerolles exclusivement sulfurées se rencontrent jusqu'au bord de la mer; elles sont particulièrement abondantes entre la rivière Blanche et la rivière Sèche, à environ mi-chemin entre la côte et le cratère. Nous n'avons observé les fumerolles à sel ammoniac qu'à partir de 800^{m} environ de la côte. Elles deviennent plus abondantes dans la haute vallée de la rivière Blanche.

» Les fumerolles dont il vient d'être question, à l'inverse de celles dont il nous reste à parler, ont une force ascensionnelle extrêmement faible; on les voit ramper à la surface du sol sans s'élever; elles fonctionnent sans interruption.

» Du 22 juin au commencement de juillet, nous avons vu des fumerolles intermittentes fonctionner avec une grande activité dans le lit de la rivière Blanche, de la rivière Sèche, et particulièrement à leur embouchure (mais aussi dans le cours supérieur de la rivière Blanche), ainsi qu'à l'embouchure de la rivière des Pères et à celle de la rivière de l'habitation Canonville.

» Ces fumerolles fournissaient une colonne de vapeur d'eau très blanche qui s'élevait de temps en temps avec une force ascensionnelle assez grande, donnant de nombreuses volutes qui bientôt redescendaient à la surface de la mer ou du sol. Le phénomène se compliquait souvent par l'éboulement des falaises de cendres, de boue et de conglomérats volcaniques encaissant la rivière, éboulement facilité par l'existence de nombreuses petites fumerolles distribuées dans leur masse. La cendre et la boue ayant une température voisine de 100° C. étaient très fluides et facilement entraînées par les bouffées de vapeur d'eau; celle-ci constituait alors des volutes plus denses que les précédentes, teintées de gris ou de rosé.

» Les périodes d'activité de ces fumerolles ne nous ont pas paru liées d'une façon constante avec les poussées émanées du cratère, car, s'il y avait

parfois poussée d'ensemble aux fumerolles et au cratère, dans d'autres cas leur maximum d'intensité ne coïncidait pas. Dans la semaine qui a précédé l'éruption du 9 juillet, les fumerolles de la côte avaient beaucoup diminué d'intensité ; elles n'ont presque pas fonctionné jusqu'à la fin de juillet.

» Nous avons pu, à plusieurs reprises, approcher à quelques mètres des points de sortie des grandes fumerolles des rivières Blanche et Sèche. Ces rivières coulaient alors étroitement encaissées entre des falaises de conglomérat récent, depuis lors à peu près disparues. Nous avons pu voir la rivière (ou plutôt le petit torrent) s'engouffrer en bouillonnant dans une cavité de peu d'étendue située au pied d'une des falaises qui s'éboulait facilement, rendant ainsi l'eau de plus en plus boueuse. Par intermittences, une bouffée de vapeur sortait, donnant les volutes décrites plus haut; elle était parfois accompagnée d'un jet d'eau boueuse. Dans les fumerolles situées à quelques mètres de la côte, nous avons constaté non seulement l'engouffrement de l'eau du torrent dans la cavité de sortie de la fumerolle, mais encore une aspiration de l'eau de mer voisine, aspiration rendue manifeste grâce à la présence, à la surface de la mer, de nombreuses épaves de bois qui venaient s'accumuler au point de sortie de la fumerolle pour en être rejetées ensuite au moment des explosions.

» *Émission d'eau boueuse.* — Les crues violentes et subites de la rivière Blanche et de la rivière Sèche produites au commencement de l'éruption, sans rapport immédiat avec des pluies, ont fourni une grande quantité d'eau boueuse noire; elles ont été attribuées à des éruptions boueuses ayant eu lieu dans les hautes vallées de ces rivières. Nous n'avons pas assisté à des phénomènes de cette ampleur, mais nous avons pu constater de faibles irrégularités de débit et, en divers points du cours de la rivière, des bouillonnements indiquant la réalité d'une arrivée d'eau ascendante sans dégagement de vapeurs : des fragments de cendre jetés à l'orifice de ces bouches de sortie en étaient immédiatement rejetés.

» Nous avons pu, en outre, étudier de petites éruptions boueuses au sud de la rivière de l'habitation Canonville. On voyait encore, dans cette région, à la fin de juillet, un très grand nombre de petits cônes de boue grise, parfaitement réguliers, avec une cavité cratériforme tout à fait schématique : leur hauteur atteignait 1^m. Nous en avons vu sortir, à plusieurs reprises, des bouffées de vapeur d'eau.

» Enfin, on rencontre aussi en divers points de la région comprise entre les deux rivières, et notamment au voisinage du groupe de fumerolles

sulfhydriques situé à mi-chemin entre la mer et le cratère, de larges flaques de boue grise ou rosée dont la surface est parsemée de petites cavités produites par la sortie de vapeurs.

» *Cause de la variation de température des rivières.* — C'est à la présence de ces fumerolles et de ces sorties d'eau boueuse, distribuées dans leur lit, qu'il faut attribuer les variations de température de l'eau de ces rivières; ces variations sont incessantes : c'est ainsi qu'à quelques heures de distance nous avons constaté, près de l'embouchure de la rivière Blanche, des températures de 69° C., puis de 35° C. Un autre jour, à environ $2^{km},5$ de la côte, le thermomètre, plongé au point d'émergence d'une source boueuse, indiquait 84° C., alors que la température n'était que de 34° C. en amont et de 65° C. en aval (¹).

» *Cendres.* — Les cendres ont été rejetées à chaque éruption, mais la quantité totale jusqu'au 1er août était en somme assez peu considérable. Leur dispersion est en grande partie fonction du vent; elles ont été surtout entraînées dans le secteur dévasté compris entre l'îlot de la Perle et le Carbet; pendant notre séjour, elles étaient surtout rejetées dans la direction du Prêcheur; il est difficile de déterminer leur épaisseur totale, mais au Prêcheur, dans les parties qui n'ont pas été ravinées, il ne semble pas que celle-ci ait dépassé 25^{cm}. Lors des fortes éruptions, les cendres ont été disséminées sur toute l'île. Dans les premiers jours de juillet, on en observait encore des traces appréciables au nord de la rivière Pilote.

» Les phénomènes d'érosion ont entraîné très rapidement ces cendres dans les bas-fonds ou même à la mer, et l'on peut prévoir le temps très rapproché où il n'en restera plus trace sur les flancs de la Montagne Pelée, si la poussée éruptive ne se poursuit pas longtemps et ne change pas de caractère.

» Le grain de ces cendres est assez variable suivant les éruptions et

(¹) Le 20 mai, on a signalé dans le lit de la rivière Falaise, tout près de l'ancien camp de Trianon (à quelques kilomètres de l'Ajoupa-Bouillon), l'apparition d'une fumerolle qui, à diverses reprises, aurait donné de grandes quantités de boue chaude. Lors de la crue qui a dévasté (30 mai) les usines de Vivé, à l'embouchure de la rivière Capot, dont la Falaise est un affluent, l'eau avait, paraît-il, une température plus élevée que la normale. Notons en passant que, lors de la dernière crue de la rivière de la Basse-Pointe, on a indiqué également une élévation de la température de l'eau, phénomène qui peut être dû à la production de fumerolles ou d'émissions boueuses dans la haute vallée de cette rivière. Pendant tout notre séjour, il ne s'est produit aucune manifestation de ce genre.

naturellement suivant la distance au cratère où on les recueille. Tantôt elles ont été extrêmement fines : tel est le cas de celles du 3 mai, décrites par l'un de nous; et tantôt elles ont été mélangées de lapillis. La composition minéralogique et la structure de ces cendres n'ont pas varié jusqu'au 9 juillet, mais celles qui ont été produites à cette date étaient plus blanches et plus ponceuses. Ces cendres extrêmement légères, ainsi que les boues de la partie inférieure de la vallée de la rivière Blanche, étaient, dans les parties chauffées par les fumerolles, soulevées par le vent; elles formaient alors des nuages secs, très épais, courant à la surface du sol; ceux-ci ont, à plusieurs reprises, beaucoup entravé nos excursions ou même les ont interrompues.

» *Lapillis.* — Tandis que les cendres ont été rejetées fréquemment lors d'explosions peu importantes, les lapillis n'ont été constatés en dehors du voisinage immédiat du cratère que dans les grandes explosions. Ils sont constitués par de petits fragments anguleux d'andésite à hypersthène (généralement très vitreux, mais riches en phénocristaux), ou par des fragments de la même roche arrachés à la cheminée du volcan et provenant d'éruptions anciennes.

» Des fragments de 1^{cm^3} ne sont pas rares parmi ceux recueillis au Carbet, et exceptionnellement ils y atteignent des dimensions plus grandes. Des fragments analogues sont tombés jusqu'à Fort-de-France et au François le 8 et le 20 mai.

» Le 9 juillet, le caractère des lapillis a changé; ils sont devenus moins compacts, poreux, constitués par de la ponce. Leur aire de distribution a été beaucoup moins grande que celle des lapillis des grandes éruptions précédentes. Par contre, les fragments d'assez grande taille sont parvenus plus loin; des ponces anguleuses de 5^{cm} de côté ont été trouvées au Morne-Rouge. La présence de ces ponces et de cendres blanches a donné, pendant plusieurs jours, un aspect très curieux aux flancs Ouest et Sud-Ouest de la Montagne Pelée, uniformément couverts d'une couche blanche. Le peu d'épaisseur de ces cendres et lapillis, joint à leur densité faible, explique pourquoi, au bout de quelques jours, ces matériaux du 9 juillet avaient presque entièrement disparu des pentes supérieures de la montagne (1).

(1) Ces ponces de l'éruption actuelle sont très analogues à celles qui constituent le tuf ponceux ancien de la Montagne Pelée, mais la couleur de ces dernières est géné-

» *Bombes*. — Des blocs de matière fondue de dimensions variées, mais pouvant dépasser 1^{m^3}, ont été projetés par le volcan. On ne les trouve guère en place qu'à 800^m environ des bords du cratère; ils forment sur le sol, au voisinage immédiat de celui-ci, une couche continue de blocs incohérents qui rend parfois l'ascension pénible. Ces blocs ont été souvent entraînés sur les pentes de la montagne, soit par la simple action de la pesanteur au moment de leur chute, soit par l'érosion postérieure.

» Les bombes que nous avons observées le 29 juin dans l'ancien lac des Palmistes sont constituées par l'andésite à hypersthène vitreuse; elles sont fragiles et ont souvent un volume énorme; celles, au contraire, que nous avons recueillies avant le 9 juillet au voisinage du cratère sont d'un gris noir; leur surface est entamée par de profondes fentes de retrait, indiquant qu'elles ont été projetées à l'état pâteux. Elles présentent tous les passages possibles de l'andésite vitreuse aux blocs de ponce blanche, sans craquelures superficielles, qui sont très abondants au milieu d'elles.

» *Conglomérats volcaniques*. — Les bombes, les lapillis et les cendres de l'éruption actuelle entraînés par les eaux dans les dépressions et dans le lit de la rivière Blanche constituent des conglomérats, les uns essentiellement formés d'andésite vitreuse compacte, les autres de ponce blanche; nous décrirons ultérieurement les particularités qui les caractérisent.

» Il existe à l'embouchure des rivières Blanche et Sèche un conglomérat d'une autre nature, raviné par les précédents et qui s'est produit dans des conditions différentes. On sait que le 5 mai le barrage de l'étang Sec s'est rompu, donnant passage à une avalanche de boue et de blocs énormes qui, renversant tout sur son passage, a détruit l'usine Guérin et les habitations voisines. Les lits inférieurs des deux rivières ont été remblayés par cet apport de matériaux qui a fait, en outre, avancer le rivage d'environ 30^m sur la mer. Des érosions considérables ont depuis lors entamé ce conglomérat et permettent d'en étudier la structure. On le voit reposant sur le sol ancien raviné; il est constitué par une succession de lits de cendres grossières, de bancs de gros blocs avec des lits de cendres boueuses, à stratification torrentielle, puis de gros blocs mélangés sans ordre. La partie

ralement plus ou moins jaunâtre. La partie Sud des mines Saint-Pierre est actuellement ensevelie par des ponces jaunes anciennes que les pluies torrentielles entraînent du Morne d'Orange.

supérieure de la formation, constituée par les blocs de plus grande taille, les uns anguleux, les autres roulés, rappelle par son aspect une moraine glaciaire. Quelques-uns de ces blocs ont une surface polie et sont couverts de stries ou plutôt de cannelures qui, elles, diffèrent tout à fait des stries glaciaires et méritent d'être signalées d'une façon toute spéciale. Elles sont constituées par des surfaces de frottement rectilignes, dans lesquelles la roche a été écrasée tout en restant très cohérente. La partie extérieure en est vernissée, plus foncée et couverte de fines stries; elle rappelle les miroirs de frottement.

» La constitution pétrographique des blocs de ce conglomérat est uniforme; tous ceux-ci sont formés par l'andésite poreuse grise ou rouge que nous connaissons en place dans les parties hautes de la Montagne Pelée. On n'y trouve aucun bloc de l'éruption actuelle.

» PHÉNOMÈNES DIVERS CONSÉCUTIFS A L'ÉRUPTION : *Modifications topographiques.* — Nous avons indiqué plus haut que quelques modifications topographiques se sont produites au voisinage du cratère. Nous chercherons à les préciser au cours de notre prochain voyage, qui sera effectué au cours de la saison sèche.

» Par contre, on peut affirmer que, en dehors de celles-ci, la topographie des hautes vallées de la Montagne Pelée n'a pas subi de changements sensibles. Ces vallées se présentent, il est vrai, avec un aspect totalement différent de celui qu'elles possédaient avant l'éruption; mais cela tient surtout à la disparition complète de la végétation tropicale qui les couvrait et masquait en partie leurs ravins profonds. Aujourd'hui, la montagne apparaît avec la crudité d'une carte en relief, accentuée encore par des érosions superficielles. Celles-ci ont fait disparaître sur toutes les hauteurs la terre végétale et mis à nu le conglomérat ponceux ancien (1) qui constitue les parties superficielles de la Montagne Pelée; il n'est plus que çà et là recouvert par les cendres de l'éruption actuelle. La zone ainsi dévastée s'étend sur toute la périphérie du cratère, dans un rayon de 2^{km} à 3^{km}, et en outre dans un secteur compris entre le cratère, le bourg de Sainte-Philomène et Saint-Pierre.

» Les parties basses des vallées des rivières Sèche et Blanche, au voisinage de leurs embouchures, ont eu, au contraire, leur topographie entiè-

(1) Le conglomérat ponceux, dans ses parties dénudées, présente d'une façon constante de profondes cannelures à surface lisse; elles sont parallèles à la ligne de plus grande pente et ont été produites par la friction des flots qui ont *raboté* les pentes.

rement bouleversée par les avalanches boueuses du 5 mai. Elles ont été alors entièrement remblayées par le conglomérat décrit plus haut. Depuis cette date, ces rivières se creusent rapidement un lit dans ce conglomérat et dans les boues qui l'accompagnent. L'absence d'un thalweg bien défini dans ces parties comblées empêche l'établissement d'un lit définitif, et nous avons vu leur embouchure se déplacer fréquemment.

» *Modifications du rivage.* — Nous n'avons constaté nulle part d'affaissement ni d'exhaussement du rivage. A Saint-Pierre, notamment, il ne s'est produit aucun mouvement appréciable de cette espèce; la topographie et le tracé de la côte Ouest de l'île, au voisinage du volcan, n'ont subi que les quelques changements suivants : Le littoral entre la rivière Sèche et la rivière Blanche, sous l'action des fumerolles, des crues et des changements de lit des rivières dont il vient d'être question, enfin sous l'action de la vague, subit des variations incessantes qui, d'ailleurs, paraissent surtout s'exercer aux dépens des apports datant du 5 mai.

» C'est ainsi que nous avons vu presque complètement disparaître, à la suite du 9 juillet, les petites falaises formées par le conglomérat de l'usine Guérin. Nous avons observé depuis lors, à leur place, de petits caps, remplacés en quelques jours par de petites baies et *vice versa*. Des fumerolles constatées sur le bord du rivage un jour étaient, le lendemain, observées à la même place, se dégageant sous l'eau de mer (à une profondeur de 6^m à 10^m); elles en élevaient localement la température.

» Ces diverses modifications intéressantes à signaler n'ont, du reste, qu'une minime importance; elles ne s'observent que sur quelques centaines de mètres à peine. Il y a lieu de signaler encore l'élargissement de l'embouchure de la rivière des Pères et de celle des ruisseaux situés entre le Prêcheur et la rivière Blanche.

» *Action des rivières torrentielles.* — Dans toute la région entièrement dévastée, le déboisement est total, toute végétation a disparu; aussi les pluies très abondantes, n'étant plus retenues par rien, déterminent la formation soudaine de torrents violents dont la puissance dynamique est considérable. Ils entraînent tout sur leur passage, d'autant plus que la cendre de l'éruption actuelle n'offre aucune résistance et que le substratum de la Montagne Pelée, essentiellement constitué par des tufs et des conglomérats, se prête d'une façon toute spéciale à l'érosion. C'est ainsi qu'à diverses reprises la rivière du Prêcheur, celle de Basse-Pointe, la rivière Falaise ont pu rouler des blocs de 10^{m^3}.

» Les effets dévastateurs de ces torrents peuvent surtout s'observer à la

Basse-Pointe, où toutes les maisons des parties basses du bourg ont été emportées et le lit inférieur de la rivière remblayé par $4^m,50$ de blocs et de débris de toutes sortes ([1]). Des phénomènes analogues s'observent au Prêcheur, dont les maisons sont emportées une à une par des torrents qui creusent des ravines profondes à travers le bourg.

» Sur la côte Est, ces torrents ont produit des atterrissements importants à leur embouchure et ont étendu le delta; de nombreux matériaux ont été en outre transportés par le courant littoral dans les baies situées au nord de ces embouchures. C'est ainsi qu'à la Basse-Pointe il s'est formé une barre de 100^m environ, obstruant entièrement la baie, où l'on avait construit récemment un embarcadère et un brise-lames.

» *Variations du fond de la mer.* — Des sondages en mer, effectués aux points où les anciens chiffres portés sur les cartes marines permettaient de contrôler les nouveaux, n'ont mis en évidence aucune modification des fonds, aussi bien au large que dans le voisinage de la côte. On a vu plus haut que les ruptures du câble semblent indiquer la production de fissures sous-marines; il est vraisemblable qu'elles se sont produites sans dénivellation sensible, tout comme celles de la terre ferme.

» *Ras de marée.* — Des mouvements anormaux du niveau de la mer ont été observés sur les côtes de l'île. Ces mouvements consistaient uniformément en cinq ou six ondulations successives, séparées par des intervalles de 5 minutes environ et d'une amplitude décroissante.

» Le plus important paraît s'être produit le 8 mai et a coïncidé, autant qu'on a pu le constater, avec l'instant de l'éruption. Il a commencé à Fort-de-France par un retrait de la mer de 1^m environ, suivi d'une montée d'une quarantaine de centimètres au-dessus du niveau moyen. Le phénomène s'est produit également à la Trinité. Il n'a pas été ressenti à la Guadeloupe, où des observations sérieuses ont été faites pendant toute cette période. Il a été plus important à Saint-Pierre, où les bâtiments au mouillage ont talonné plusieurs fois et ont été balayés par la lame. Au Carbet, son amplitude semble n'avoir pas dépassé 2^m.

([1]) Nous avons indiqué plus haut que des fumerolles et des sources d'eau boueuse ont été signalées dans le lit de la Falaise et de la rivière de Basse-Pointe; il est possible qu'elles aient joué un rôle dans plusieurs de ces inondations subites survenues avant notre arrivée à la Martinique; mais nous n'avons, à ce sujet, aucune observation personnelle.

» Le 5 mai, il n'a été ressenti qu'à Saint-Pierre et dans les environs immédiats; il a été plus faible. Dès phénomènes analogues ont été constatés le 20 et le 26 mai, le 6 juin et le 9 juillet; il faut signaler à part celui du 7 mai, qui a été observé également à la Guadeloupe et qui ne correspond pas à une éruption caractérisée : son amplitude n'a pas dépassé 30^{cm}.

» *Courants.* — Du 7 au 10 mai, il a été constaté sur la côte Ouest de l'île un courant d'une vitesse anormale portant au Nord. Il a été observé au large par le *Pouyer-Quertier* le 7 et le long de la côte par divers observateurs. Il était assez violent pour causer des remous dans les baies et des lignes de brisants aux pointes.

» *Observations météorologiques.* — Baromètre. Chaque éruption a produit une oscillation instantanée de la colonne barométrique qui, à Fort-de-France, s'est traduite sur l'enregistreur par un crochet de 1^{mm} à 3^{mm}. Avant et après, la courbe avait sa forme normale; le trait ainsi tracé est à cheval sur la courbe, mais la baisse est très supérieure à la montée.

» Cette oscillation n'a été observée que dans les grandes éruptions du 8 mai (baisse de 3^{mm}), du 20 mai (baisse de $2^{mm},8$), du 6 juin (baisse de $1^{mm},5$), et enfin du 9 juillet (baisse de $1^{mm},3$). Le passage des nuages de cendre au-dessus de Fort-de-France a donné lieu à un abaissement assez considérable de l'état hygrométrique; l'inverse a eu lieu le 6 juin (observations de M. Mirville).

» *Phénomènes électriques et magnétiques.* — En dehors des éruptions caractérisées, on a constaté dans les environs immédiats du cratère des phénomènes électriques d'une grande intensité; ils se manifestaient, comme cela a lieu d'ordinaire dans des cas semblables, sous forme d'éclairs multipliés. Les poussées de vapeur sortant du cratère au moment des paroxysmes étaient également à une tension électrique très élevée; il en a été de même pour les nuages qui sont venus passer sur Fort-de-France (notamment les 6 juin et 9 juillet) et dans lesquels les décharges étaient continues, présentant toutes les formes connues d'éclairs.

» L'appareil de télégraphie sans fil du *Bruix* a été impressionné par chacune des éruptions importantes.

» Tandis que pendant les orages il donne une série de points isolés, il a fourni, d'après les indications que nous devons à M. le lieutenant de vaisseau Benoit d'Azy, un trait presque continu lors des éruptions caractérisées.

» On sait que des troubles magnétiques ont été constatés dans différents observatoires éloignés de la Martinique lors de l'éruption du 8 mai.

» Dans une prochaine Communication, nous nous occuperons spécialement de cette dernière éruption et de la destruction de Saint-Pierre. »

Cette Note et celles qui suivront seront renvoyées à l'examen de la Commission des Antilles. Cette Commission comprend MM. Janssen, Bassot, Hatt, Michel Lévy, de Lapparent, Alfred Picard et le Bureau de l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières et quasi entières et les équations différentielles.* Note de M. **Edmond Maillet**, transmise par M. Jordan.

« M. Borel a introduit ([1]) dans la théorie des fonctions entières d'ordre fini la notion de fonctions à croissance régulière. Mais il n'a donné aucun critère pour reconnaître *a priori* si une fonction entière donnée par son développement taylorien est ou non à croissance régulière. De pareils critères sont pourtant indispensables au point de vue des applications; nous avons obtenu les suivants :

» I. *Soit*

$$\varphi(x) = \sum_0^\infty a_m x^m \tag{1}$$

une fonction entière d'ordre fini ρ. *On sait qu'il y a pour* m *assez grand une infinité de coefficients* a_m, *tels que*

$$\sqrt[m]{a_m} = \frac{1}{m^{\frac{1}{\rho}+\varepsilon}}, \tag{2}$$

ε *inférieur à un nombre fini arbitraire aussi petit qu'on veut et positif.*

» *Si* θ *est un nombre positif qui croît moins vite avec* m *que* $m(\log m)^{1-\alpha} - m$ *(*α *positif aussi petit qu'on veut, mais fini), et si, sur* θ *coefficients consécutifs à partir de* a_m, *il y en a toujours un tel que* (2), *dès que* m *dépasse une limite finie, la fonction entière est à croissance régulière.*

([1]) *Leçons sur les fonctions entières*, p. 107.

» *Si* θ *croît plus vite avec* m *que* $m^{1+\zeta} - m$ *(*ζ *fini positif aussi petit qu'on veut) pour une infinité de valeurs de* m *satisfaisant à* (2), *dès que* m *dépasse une limite finie, la fonction entière est à croissance irrégulière.*

» Les dérivées des fonctions entières satisfaisant à l'un de ces deux critères ont, en même temps que la fonction, leur croissance régulière ou irrégulière.

» Ceci s'étend aux fonctions quasi entières. Il y a des applications dans la théorie des équations différentielles :

» II. *Les fonctions entières ou quasi entières d'ordre fini, qui satisfont à une équation différentielle linéaire rationnelle en* x, *ont leur croissance régulière.*

» III. *Soit*

$$F(x, y, y', \ldots, y^{(k)}) = 0 \tag{3}$$

une équation différentielle dont le premier membre est un polynome entier en x, y, y', $\ldots$, $y^{(k)}$, *mais qui ne renferme qu'un seul terme en* y, y', $\ldots$, *ou* $y^{(k)}$.

» *La fonction* $P\left(\frac{1}{x}\right) + \sum_0^\infty \theta_n x^n$, *où* $P(x)$ *est un polynome entier,* $\sum_0^\infty \theta_n x^n$ *une fonction entière de genre fini, ne peut satisfaire à l'équation* (3) *que si* $\sum_0^\infty \theta_n x^n$ *est à croissance régulière.*

» *Il en est de même de la fonction* $P(x) + \sum_0^\infty \frac{\theta_n}{x^n}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **R. Liouville.**

« En faisant connaître toutes les équations différentielles, à points critiques fixes, pour lesquelles $\frac{d^2 y}{dx^2}$ est une fonction rationnelle en $\frac{dy}{dx}$, algébrique en y et analytique en x, M. Painlevé a signalé, comme dignes du plus grand intérêt, trois types d'équations dont la solution générale contient, d'une façon transcendante, les deux arbitraires, de quelque manière qu'elles soient choisies.

» M. Painlevé ajoutait que ces équations définissent des fonctions

méromorphes, distinctes des transcendantes classiques et ne peuvent être réduites aux équations différentielles linéaires à coefficients algébriques. Mais le caractère, en quelque sorte relatif, de cette irréductibilité résulte des explications détaillées données par M. Painlevé, et la question de savoir s'il n'existe, au sens absolu des termes, aucun moyen de rattacher les équations différentielles dont il s'agit aux équations linéaires, ou d'exprimer leurs solutions à l'aide des transcendantes classiques, est encore à résoudre.

» En fait, les équations différentielles à points critiques fixes, de l'espèce indiquée, sont réductibles à des systèmes linéaires et voici comment la démonstration s'établit pour la plus simple d'entre elles, les deux autres pouvant être traitées par des procédés tout semblables.

» J'écris ainsi l'équation proposée :

(1) $$\frac{d^2 x_2}{dx_1^2} = 6x_2^2 + \mu . x_1,$$

en désignant par μ un paramètre qui doit demeurer arbitraire, et, posant $\frac{dx_2}{dx_1} = x_3$, je joins à l'équation (1) celle-ci, qui s'en déduit,

(2) $$\frac{d^2 x_3}{dx_1^2} = 12 x_2 x_3 + \mu.$$

» Le système ainsi composé est un de ceux auxquels convient la forme générale

(3) $$dx_{h'}\left(d^2 x_h - \sum_{(i.k)} p_{i.k}^{(h)} dx_i\, dx_k\right) = dx_h\left(d^2 x_{h'} - \sum_{(i.k)} p_{i.k}^{(h')} dx_i\, dx_k\right),$$

déjà rencontrée dans d'autres recherches; les indices peuvent y recevoir les valeurs 1, 2 et 3, et les coefficients $p_{i.k}^{(h)}$ dépendent à volonté de x_1, x_2, x_3. Les équations (3) sont *associées* à un système linéaire

(4) $$dz^{(i)} + \sum_{(h,k)} p_{i,k}^{(h)} z^{(h)} dx_k = 0, \qquad dz - \sum_{(h)} z^{(h)} dx_h = 0$$

et leurs propriétés sont étroitement liées, quel que soit d'ailleurs le choix des variables.

» Mais, quand l'équation (1), seule, est donnée, le couple d'équations (3), qu'on lui substitue, n'est pas complètement déterminé. Les relations identiques

(5) $$\frac{dx_2}{dx_1} = x_3, \qquad \frac{dx_3}{dx_1} = 6x_2^2 + \mu . x_1$$

permettent, en effet, de modifier les équations (1) et (2), sans qu'elles cessent d'être représentées par des formules semblables à (3) et, par suite, d'être associées à un système linéaire (4); il suffit que l'ensemble

$$(6)\qquad dx_{h'}\Big(\sum_{(i,k)} p_{i,k}^{(h)}\, dx_i\, dx_k\Big) - dx_h\Big(\sum_{(i,k)} p_{i,k}^{(h')}\, dx_i\, dx_k\Big)$$

se réduise, en tenant compte de (5), à $(6x_2^2 + \mu x_1)dx_1^3$ pour $h = 2$, $h' = 1$, à $(12x_2x_3 + \mu)dx_1^3$ pour $h = 3$, $h' = 1$, ce qui assujettit les coefficients $p_{i,k}^{(h)}$ à remplir deux conditions.

» Le système (4) est d'une simplicité particulière, quand il équivaut à un ensemble d'équations différentielles totales, c'est-à-dire quand les relations suivantes

$$(7)\qquad z^{(i,k)} + \sum_{(h)} p_{i,k}^{(h)} z^{(h)} = 0,$$

où z est une fonction de x_1, x_2, x_3 et $z^{(h)}$, $z^{(i,k)}$ représentent $\frac{dz}{dx_h}$, $\frac{d^2 z}{dx_i\, dx_k}$, sont six équations, aux dérivées partielles, ayant quatre solutions communes, dont l'une est une constante.

» Pour qu'il en soit ainsi, les coefficients $p_{i,k}^{(h)}$ doivent satisfaire à des conditions bien connues, qui laissent trois d'entre eux arbitraires. En y joignant : 1° les deux conditions nécessaires afin que le système (4) soit associé aux équations déduites de l'équation proposée; 2° une relation d'après laquelle le jacobien des trois solutions non constantes du système (7) est une fonction donnée des variables, par exemple est égal à l'unité, on définit les coefficients $p_{i,k}^{(h)}$ d'une façon complète.

» L'intégration des équations (3) et, par suite, de (1) est ainsi réduite à celle d'un système linéaire.

» En effet, la résolution du système (7) exige uniquement celle d'une équation différentielle linéaire du quatrième ordre. Les relations établies entre x_1, x_2, x_3 par le couple associé, qui comprend l'équation proposée, expriment que deux solutions *quelconques* de (7) s'évanouissent à la fois.

» La possibilité de rattacher l'étude de l'équation (2) à celle d'une équation différentielle linéaire est ainsi manifeste; la construction effective de cette dernière équation est un problème assez complexe, auquel conduit l'analyse précédente et que j'espère traiter dans une prochaine Communication.

» Au surplus, l'emploi des considérations qui viennent d'être indiquées n'est pas limité aux équations du second ordre à points critiques fixes; les cas dans lesquels s'applique une transformation analogue sont étendus. »

PHYSIQUE. — *Électrolyse de mélanges de sels.* Note de M. **Anatole Leduc.**

« Je me suis beaucoup préoccupé, au début des expériences sur l'électrolyse de l'azotate d'argent dont j'ai eu l'honneur de communiquer les résultats à l'Académie ([1]), des impuretés que pouvaient contenir le bain et l'anode destinée à le régénérer.

» M. Férent, directeur du laboratoire d'essais de la maison Lyon-Allemand, a bien voulu préparer spécialement pour moi la quantité d'argent pur dont j'avais besoin au départ. L'essai a montré que ce lingot renfermait moins d'un dix-millième d'impuretés. Dans les expériences successives, les anodes étaient formées par le métal recueilli à la cathode dans les opérations précédentes, affiné encore par cela même. Mais, comme on ne saurait prétendre à la pureté parfaite, j'ai tenu à me rendre compte de l'influence des métaux étrangers dans le bain.

» Ainsi que j'ai eu l'occasion de le dire ailleurs ([2]), diverses expériences sur l'électrolyse de mélanges de sels, et notamment celles de G. Wiedemann et de M. Bouty, laissaient supposer que les métaux inférieurs à l'argent dans la classification de Dumas n'auraient qu'une influence très faible ou négligeable, au moins dans certaines conditions.

» Pour être bien fixé sur ce point, j'ai réalisé deux séries d'expériences, dans lesquelles j'ai additionné le bain d'azotate d'argent de quantités croissantes d'azotate de potassium ou de cuivre, de manière que la concentration totale fût à peu près normale (une valence-gramme par litre).

» Deux voltamètres identiques, placés en série, recevaient : l'un un bain pur, l'autre le bain impur. S'il se dépose sur la cathode de ce dernier du potassium ou du cuivre, chaque gramme de ceux-ci prend la place de 3^g environ d'argent : la pesée accusera donc un déficit de 2^g. D'autre part,

([1]) *Comptes rendus* des 7 et 28 juillet 1902.

([2]) Rapport présenté au Congrès international de Physique réuni à Paris en 1900 : *Sur l'équivalent électrochimique de l'argent, etc.*

chaque gramme de potassium réagissant secondairement sur l'eau donnera lieu à un déficit de 3^g environ.

» Voici les résultats obtenus avec des cathodes de 100^{cm^2} et des anodes de 18^{cm^2} :

» 1° *Addition d'azotate de potassium.* — Que la concentration en azotate de potassium soit 0,05 normale ou demi-normale, avec un courant voisin de 1^{amp}, je n'ai observé qu'un déficit insignifiant : 1 dix-millième tout au plus.

» Enfin, avec un bain 0,9 normal en potassium et par suite décinormal en argent, et un courant de 1^{amp}, le dépôt est spongieux et ne peut être pesé avec précision; mais si l'on réduit le courant à $0^{amp},5$ le dépôt redevient cristallin et le déficit est encore inférieur à 1 dix-millième.

» Il faut en conclure que le potassium libéré par l'électrolyse réagit complètement et uniquement sur l'azotate d'argent.

» 2° *Addition d'azotate de cuivre.* — Les résultats sont à peu près les mêmes, tant que la concentration en cuivre ne dépasse pas la décinormale. Dans ce dernier cas, avec un courant de 1^{amp}, la différence des dépôts n'atteint que 1^{mg} sur 27^g.

» Avec un bain demi-normal en cuivre et en argent, et un courant de $0^{amp},5$ seulement, cette différence n'a pas atteint 2 dix-millièmes.

» *Conclusion.* — On voit qu'il n'y a pas lieu de se préoccuper outre mesure des quelques millièmes d'impuretés que peut renfermer l'argent considéré comme pur dans le commerce, lorsqu'elles sont constituées par les métaux inférieurs à l'argent dans la classification de Dumas. La présence des métaux supérieurs serait plus fâcheuse. Mais leur proportion n'est jamais très élevée, et leurs équivalents électrochimiques ne diffèrent généralement pas beaucoup de celui de l'argent; enfin surtout, en raison de ce qui précède, ces métaux seront éliminés du bain dès les premières opérations où ils seront employés. »

ACOUSTIQUE. — *Classement des accords binaires. Consonances et dissonances spécifiques.* Note de M. A. Guillemin, transmise par M. Violle.

« Pour tous les auteurs, la dissonance d'un accord binaire apparaît dès qu'il commence à battre; elle s'accentue quand le nombre des battements augmente, et alors sa fausseté augmente aussi. En sens inverse, l'accord devient consonant lorsque les battements tendent à disparaître et deviennent assez lents pour qu'on ne les entende plus.

» *Dissonance spécifique :*

$$(\alpha) \qquad 2\Delta B = a H(m+n).$$

» La formule (α), qui se déduit immédiatement des notions précédemment établies, nous montre que, si l'on considère divers accords de hauteur H et de fausseté a, le nombre des battements B est :

Pour l'unisson	1 : 1,	proportionnel à	$1 + 1 = 2$,
» l'octave	2 : 1,	»	$2 + 1 = 3$,
» la quinte	3 : 2,	»	$3 + 2 = 5$,
» la quarte	4 : 3,	»	$4 + 3 = 7$, etc.

» Il est donc tout indiqué de prendre ces nombres 2, 3, 5, 7, ..., comme caractérisant les dissonances de l'unisson, de l'octave, de la quinte, de la quarte, etc., et nous dirons :

» La dissonance spécifique d'un accord $\frac{m}{n}$ est $m + n$; elle est égale au nombre de battements que donne l'accord normal $\frac{(m+n)\Delta}{2n} : \frac{(m+n)\Delta}{2m}$ (1), quand il est faussé de 2^σ.

» En effet, si dans (α) on fait $H = \Delta$ et $a = 2$, et si nous appelons ρ la valeur qui en résulte pour B, il reste

$$(\beta) \qquad \rho = m + n;$$

c'est la définition de la *dissonance spécifique*.

» *Consonance spécifique*. — Admettons que les battements d'un accord cessent d'être entendus quand $B = \frac{1}{2}$ par seconde; dans la formule (α) faisons $H = \Delta$ et $B = \frac{1}{2}$, et appelons c la valeur qui en résultera pour a; il vient

$$(\gamma) \qquad c = \frac{1}{m+n}.$$

» D'où cette définition : La consonance spécifique c d'un accord $\frac{m}{n}$ est égale à l'altération que doit subir l'accord normal pour qu'il fasse demi-battement par seconde (2).

(1) Dans les *Comptes rendus* du 15 juillet, page 100, ligne 1, au lieu de : « Il y a d'autres accords dont les centres de gravité ne ... », lire : « Il y a d'autres *accords normaux* dont les M et les N ne ... ».

(2) La consonance et la dissonance spécifiques sont ainsi reliées par la relation $c\rho = 1$, comme le sont la conductibilité et la résistance électriques.

» Ces définitions permettent de dresser le Tableau suivant :

Classement des accords binaires.

Rangs des accords.	Symboles $m:n$.	Noms.	Accords normaux.	Valeurs en σ.	Dissonances spécifiques.
I......	1 : 0	»	»	»	1
II.....	1 : 1	unisson................	la$_3$-la$_3$	0	2
III....	2 : 1	octave..........	mi$_3$-mi$_4$	301	3
IV.....	3 : 1	douzième............ .	ré$_3$-la$_4$	477	4
V.....	3 : 2	quinte..................	fa♯$_3$-ut♯$_4$	176	5
	4 : 1	double octave...........	ut♯$_3$-ut♯$_5$	602	
VI....	5 : 1	dixième redoublée.......	ut$_3$-mi$_5$	699	6
VII....	4 : 3	quarte..................	*sol*$_3$-*ut*$_4$	125	7
	5 : 2	dixième majeure.........	*mi*$_3$-*sol*$_4$	398	
	6 : 1	douzième redoublée......	*ut*$_3$-*sol*$_5$	778	
VIII...	5 : 3	sixte majeure...........	fa$_3$-ré$_4$	222	8
	7 : 1	?	si$_2$-*la*$_5$	845	
IX.....	5 : 4	tierce majeure..........	sol$_3$-si$_3$	97	9
	7 : 2	?	ré$_2$-*si*$_4$	544	
	8 : 1	triple octave...........	si$_2$-si$_5$	903	
X.....	7 : 3	?	mi♭$_3$-*sol*♭$_4$	368	10
	9 : 1	neuvième 2 fois redoublée.	si$_2$-ut♯$_3$	954	

» *N. B.* — Les notes en italiques diffèrent un peu des sons qui donneraient l'accord normal exact.

» *Remarques.* — I. Pour le moment, nous laissons vide la place qui correspond à l'accord normal du premier rang. Cela nous permet de représenter *par le même nombre entier* et le rang de l'accord et sa dissonance spécifique.

» II. Les musiciens et acousticiens, croyons-nous, eussent classé d'instinct, dans les rangs II, III et IV, les accords d'*unisson*, d'*octave*, de *douzième*; en plus, notre classement précise leurs dissonances 2, 3 et 4.

» III. Au cinquième rang, nous classons *ex æquo* la *double octave* 4 : 1 et la *quinte* 3 : 2. C'est que, faussés de 2^σ, ces deux accords donnent 5 battements par seconde.

» IV. Rien d'extraordinaire dans les rangs VI et VII. Mais le huitième est occupé par deux accords que l'on sera étonné de trouver réunis. C'est la *sixte majeure* 5 : 3 et l'*accord sans nom* 7 : 1. Nous ne les séparons pas, puisque tous les deux donnent 8 battements par seconde quand on les altère de 2^σ.

» V. Les surprises continuent dans les rangs suivants. Les accords 7 : 2, 7 : 3 viennent se ranger tout naturellement parmi d'autres accords non discutés. Cela prouve simplement que, *au point de vue acoustique*, les accords formés avec le nombre 7 ne présentent aucune tare spéciale, et ne se différencient en rien des autres accords.

» VI. Il n'est pas nécessaire, pour le moment, de pousser notre classement au delà du dixième rang. En fait, les auteurs parlent encore, sans insister, des battements de la sixte

majeure (VIIIe rang) et de la tierce majeure (IXe rang); mais ils sont muets sur les accords de rangs plus élevés. C'est donc qu'ils ne battent pas, ou battent trop faiblement pour être entendus : alors notre classement, qui est fondé sur la fréquence des battements, n'a plus aucune raison d'être.

» Comme il y a, malgré cela, des accords tels que 8 : 5 et 9 : 5, qui occupaient les rangs XIII et XIV, dont l'oreille apprécie encore la justesse, ce fait devra être expliqué.

» VII. Au point de vue théorique, nous avons éclairci et précisé la *loi des nombres simples*, et, au lieu de parler du rapport $\frac{m}{n}$, nous disons :

» Sont *consonants*, c'est-à-dire *susceptibles de battre* quand on les fausse, les accords pour lesquels on a

$$m + n \leqq 10. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des ferments solubles et de la levure haute sur le gentiobiose. Remarques sur la constitution du gentianose.* Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« L'action des ferments de l'*Aspergillus*, celle de l'invertine et celle de l'émulsine sur le gentianose (hexotriose) étant connues par des recherches antérieures [1], on pensera peut-être qu'il n'y avait pas lieu d'étudier les actions de ces agents sur le gentiobiose (hexobiose), celles-ci, semble-t-il, devant pouvoir se déduire de celles-là. Nous l'avons fait cependant, estimant surtout que nous avions là un moyen de contrôler l'exactitude de nos précédentes observations. On verra, d'ailleurs, que relativement à l'un de ces ferments, l'émulsine, toute déduction eût été prématurée.

» 1° *Le liquide fermentaire de l'*Aspergillus *hydrolyse complètement le gentiobiose.* — Il se fait 2mol de glucose, comme en témoignent les pouvoirs rotatoire et réducteur des mélanges mis en expérience.

» 2° *L'invertine n'agit pas sur le gentiobose.*

» 3° *L'émulsine hydrolyse le gentiobose.* — L'émulsine a été trouvée sans action sur le gentianose : *a priori*, ce ferment devait donc être incapable d'agir sur le gentiobose. Le contraire a pourtant été constaté.

» Ce fait nous a tout d'abord tellement surpris que nous avons jugé nécessaire de répéter l'expérience sur le gentianose, en même temps que nous la faisions sur le gentiobiose. Voici les détails de ces essais comparatifs ($t = 23°$) :

Matière sucrée (gentianose ou gentiobiose)............	1g,20
Solution thymolée d'émulsine (0,50 pour 100)..........	60cm³

Rotations extrêmes observées au cours de l'expérience ($l = 2$) :

	Gentianose.	Gentiobiose.
Rotation du liquide primitif.........	1° 16′	0° 24′
Rotation au bout de 94 heures.......	1° 22′	1° 48′

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 21 février 1898, et t. CXXXII, 4 mars 1901.

» Une action presque insignifiante, mais réelle cependant, car le mélange était devenu très faiblement réducteur (réduction = 0g,03 environ pour la totalité du sucre) a été observée avec le gentianose. Cette action, qui n'a été manifeste qu'au bout d'un long temps, n'a pas de rapport avec celle de l'invertine, la rotation droite ayant augmenté. Elle ne peut s'expliquer que par un dédoublement du gentianose en glucose d'une part, et en sucre de canne ou un sucre analogue d'autre part. Elle est vraisemblablement produite par un ferment qui se trouve à l'état de trace dans l'émulsine des amandes, puisque le gentiobiose, au contraire, a été dédoublé rapidement.

» 4° *La levure de bière haute ne provoque pas la fermentation du gentiobiose.* — L'invertine n'hydrolysant pas le gentiobiose, il semble qu'on aurait pu conclure que la levure haute ne fait pas fermenter ce sucre. Mais nous savons que le maltose, qui, lui non plus, n'est pas dédoublé par ce ferment, éprouve cependant la fermentation alcoolique au contact de la levure en question. L'expérience directe était donc nécessaire.

» On a introduit dans une cloche graduée remplie de mercure et placée sur la cuve à mercure :

Gentiobiose	g 0,20
Eau distillée	10^{cm^3} à 11^{cm^3}
Levure haute pressée	0g,20

» A titre de comparaison, le même essai a été fait simultanément avec le maltose et le gentianose ($t = 22°$ à $23°$):

Durée de la fermentation.	Volume de CO^2 dégagé avec		
	gentiobiose.	maltose.	gentianose.
		cm³	cm³
3 heures 30 minutes	0	11,5	3,00
28 heures	0	37,00	12,75

» Ces résultats montrent nettement, d'une part, que le gentiobiose ne fermente pas au contact de la levure haute, et, d'autre part, que le gentianose ne fermente qu'incomplètement.

» Ils conduisent, ainsi, à un procédé assez simple d'obtention du gentiobiose. Si, en effet, aux liquides d'hydrolyse incomplète du gentianose, on ajoute de la levure haute, il y aura destruction du lévulose, et le gentiobiose non attaqué n'en sera que plus facile à isoler.

» Ce procédé appliqué à des solutions résiduelles provenant de diverses opérations hydrolytiques, solutions riches en lévulose (¹), nous a donné très aisément du gentiobiose pur ($\alpha_D = +9°,56$).

» Conclusions : *Constitution du gentianose.* — Envisagés au point de vue de la constitution du gentianose, les faits exposés conduisent à des conséquences signalées partiellement en 1901, mais qu'il est utile d'examiner dans leur ensemble.

(¹) *Sur le gentiobiose, préparation et propriétés du gentiobiose cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 290).

» 1° *En ce qui concerne l'action de l'invertine.* — Jusqu'à l'époque des recherches que nous venons de rappeler on ne connaissait que deux polysaccharides attaqués par l'invertine : saccharose et raffinose. Le gentianose en constituait un troisième et récemment M. Tanret en a signalé un quatrième : le mannéotétrose. Dans les quatre cas, 1^{mol} de lévulose est décrochée. Le phénomène prend ainsi une allure générale, et il semble que l'on puisse le définir ainsi : *Seuls, les polysaccharides renfermant* 1^{mol} *de lévulose, reliée à* 1^{mol} *de glucose de la même façon que dans le saccharose, sont attaqués par l'invertine, et cela avec décrochement du lévulose.*

» 2° *En ce qui concerne l'action de l'émulsine.* — Pour hydrolyser complètement le gentianose, et cette conséquence paraît devoir s'étendre aux polysaccharides, plusieurs ferments sont nécessaires. Ici, pour un corps composé de 3^{mol}, il nous en faut deux qui sont : l'invertine et l'émulsine ou tout au moins un ferment contenu dans l'émulsine des amandes.

» Ce n'est pas tout; nos expériences montrent que les actions fermentaires ne sont pas simultanées, celle de l'invertine devant précéder celle de l'émulsine, puisque celle-ci, qui hydrolyse le biose, est sans action sur le triose. Émile Fischer a comparé les ferments solubles à des clefs et les composés sur lesquels ils agissent aux serrures correspondantes. La même comparaison vaut encore pour donner une idée des phénomènes observés avec le gentianose. Celui-ci représenterait deux serrures, les deux clefs étant l'invertine et l'émulsine. De plus, l'une des clefs, l'invertine, enclencherait la deuxième serrure de telle sorte que la seconde clef (émulsine) ne pourrait agir que quand la première aurait rempli son office. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action protéolytique des venins.* Note de M. L. Launoy, présentée par M. Edmond Perrier.

« J'ai eu ces jours-ci connaissance de la Note de M. Delezenne (1), et à ce propos je crois devoir rappeler que depuis plusieurs mois je poursuis des recherches sur l'action zymotique des venins (2).

» 1° *Action protéolytique.* — En ce qui concerne spécialement le venin des Ophidiens, j'ai établi que si l'on fait agir, sur une solution de caséine dans l'eau de

(1) Delezenne, *Sur l'existence d'une kinase dans le venin des serpents* (*Comptes rendus*, 11 août 1902).

(2) L. Launoy, *De l'action amylolytique des glandes salivaires chez les Ophidiens* (*Bulletin du Muséum*, 1902, n° 1, p. 38-42). — L. Launoy, *De l'action protéolytique des glandes salivaires chez les Ophidiens* (*Bulletin du Muséum*, mai 1902, p. 365-371).

chaux ou sur des dilutions de sérum de bœuf, une macération glycérinée de glandes à venin de Vipère extirpées aseptiquement, le calcul, d'après la méthode de *Beckmann*, de la quantité d'azote insolubilisé, montre qu'une légère fraction des albuminoïdes en digestion est rendue soluble mais rarement peptonisée; j'ai de plus montré que, sur la fibrine, l'action des venins est semblable, il peut y avoir dissolution partielle mais jamais peptonisation. Comme l'a fait très justement remarquer M. Delezenne, l'ovalbumine coagulée ne subit aucune modification sous l'influence du venin des Ophidiens, pas plus d'ailleurs, comme je l'ai constaté dans des expériences en cours, sous l'influence des sécrétions venimeuses de Scolopendre et de Scorpion.

» II. *Action du venin de Cobra sur les ferments solubles.* — J'ai fait connaître antérieurement les résultats acquis en mettant en présence des solutions de venin de Cobra, d'émulsine et d'amygdaline [1]. Les conclusions auxquelles je suis arrivé sur le mode d'action du venin de Cobra sur les ferments protéolytiques n'étant pas, dans les conditions expérimentales où je me suis placé, exactement conformes à celles de M. Delezenne, je donne ici les résultats obtenus avec la pancréatine.

» Dans cette étude, je me suis servi du procédé indiqué par MM. Bourquelot et Hérissey dans leurs recherches des ferments protéohydrolytiques dans les Champignons [2].

» *Protocole expérimental.* — On dispose les essais suivants :

A — A'. — Pancréatine 0,002 + venin 0,002 + lait dégraissé 20^{cm^3} + eau saturée d'éther 3^{cm^3}.

B — B'. — Pancréatine 0,002 + venin 0,002 + lait dégraissé 20^{cm^3} + eau saturée d'éther 3^{cm^3}. On porte à 100° et rétablit le volume à 25^{cm^3} avec quantité suffisante d'eau éthérée.

C — C'. — Pancréatine 0,002 + lait dégraissé 20^{cm^3} + eau saturée d'éther 4^{cm^3}.

D — D'. — Venin 0,002 + lait dégraissé 20^{cm^3} + eau saturée d'éther 4^{cm^3}.

E — E'. — Lait dégraissé 20^{cm^3} + eau saturée d'éther 5^{cm^3}.

» Toutes ces manipulations ont été faites aseptiquement [3]. On a laissé pendant 4 jours à 25° (température du laboratoire fin juin 1902) les essais A, B, C, D et E; et 8 jours les essais A', B', C', D', E'.

» Les dosages ont été faits sur 12^{cm^3} du mélange, la caséine non digérée était précipitée par $CH^3.COOH$; dans les flacons A, B, A', B', D, D' une minime quantité de globuline provenant du venin s'ajoute au précipité.

» Dans ces conditions, la quantité de caséine digérée pour 100 a été :

A.............	76,49	A'.............	78,75
B.............	0	B'.............	0
C.............	63,67	C'.............	66,25
D.............	8,65	D'.............	6,25
E.............	0	E'.............	0

(1) L. Launoy, *Action de quelques venins sur les glucosides. Action du venin de Cobra sur l'émulsine* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 7 juin 1902).

(2) Bourquelot et Hérissey, *Sur la présence d'un ferment soluble protéohydrolytique dans les Champignons* (*Bull. Soc. mycol. de France*, t. XV, 1899, p. 60-67).

(3) Le venin de Cobra employé m'avait été adressé par M. le Professeur Calmette, à qui j'adresse à nouveau mes respectueux remercîments.

» *En résumé :* 1° Si l'on fait agir, à des températures de 37°, 40° ou 43°, sur des substances albuminoïdes dissoutes, des solutions de venin de Cobra ou des extraits de glande venimeuse de Vipère et de parotide de Couleuvre, le venin désintègre la molécule albuminoïde, de telle sorte que celle-ci reste soluble après addition d'aldéhyde formique (H COH) et dessiccation à 105° (caséine, albuminoïdes du sérum) ou n'est plus précipitable par l'acide acétique (CH^3, COOH).

» 2° Cette désintégration est favorisée par une faible alcalinité du milieu (neutre à la phénolphtaléine); elle donne lieu à des albumoses à réaction biurétique, précipitées par l'acide nitrique, le chlorure de sodium et le sulfate d'ammoniaque. L'hydrolyse n'atteint jamais le terme : peptone.

» 3° Si l'on fait agir simultanément, sur une substance albuminoïde en solution alcaline, une solution de venin de Cobra et une solution de pancréatine active, l'action zymotique faible du venin s'additionne à l'action propre du ferment soluble, sans que celle-ci semble notablement accélérée par la présence du venin.

» 4° Les venins de Vipère (*Vipera aspis*), de Vive (*Trachinus draco*), de Scolopendre (*Scolopendra morsitans*), et de Guêpe commune (*Vespa vulgaris*) (1) en solutions glycérinées thymolées, les venins de Cobra et de Scorpion (*Buthus europæus*) en solutions filtrées à la bougie, se montrent dépourvus de toute action protéolytique sur les substances albuminoïdes coagulées (ovalbumine, albuminoïdes du sérum) et sur la fibrine. »

MICROBIOLOGIE. — *Sur la difficulté d'isoler le* Bacterium coli *normal, dans la dysenterie coloniale.* Note de M. Lesage.

« En poursuivant mes études sur la dysenterie coloniale (2) j'ai dû rechercher le *Bacterium coli* normal, avec ses caractères bien connus (entre autres, la coagulation rapide du lait en 24 à 48 heures, l'odeur des cultures, etc.).

(1) Je rappelle le travail de Jos. Langer, *Untersuchungen über das Bienengift*, 2te Mittheilung (*Arch. int. de Pharmacodynamie*, vol. VI, p. 181-194).

(2) Dans cette question si difficile des dysenteries, il est important de préciser les faits que chaque auteur étudie. La dysenterie coloniale, maladie des pays chauds, est épidémique ou sporadique; elle présente trois périodes (première période : glaires, mucus, sang, lavure de chair; deuxième période : boursouflure des matières fécales; troisième période : diarrhée blanche). L'évolution de la maladie est variable; elle peut durer quelques jours, quelques semaines, quelques mois; elle est souvent accompagnée d'abcès du foie.

» M. Le Dantec a signalé, le premier, la rareté de la présence de ce microbe dans les matières fécales (ce qui est un fait exceptionnel en Pathologie). Cette assertion est vraie dans son sens général; cependant il est bon de spécifier, dans cette étude, la période de la maladie.

» Ainsi, à la première période, 6 fois sur 26, j'ai constaté la présence du microbe normal; à la seconde période, 18 fois sur 63. Dans le reste des cas, le microbe était à l'état de *paracoli* (perte de l'odeur, absence de coagulation du lait, même après un long temps).

» Dans la troisième période, j'ai toujours constaté la présence du *B. coli* normal.

» J'ai recherché les causes de la transformation du *B. coli* normal en *paracoli*. En voici une, d'après l'étude des 20 *paracoli* que j'ai rencontrés à la première période de la maladie. La culture paracolienne paraît absolument pure, mais ce n'est qu'une apparence. En effet, après une série d'isolements très minutieux et après un ou plusieurs passages sur les animaux, j'ai remarqué que la culture contenait deux microbes : une pasteurellose (¹) et le *paracoli*. La culture paracolienne, ayant une végétabilité très grande par rapport à la première, la recouvre et la masque. En prenant la culture paracolienne ainsi isolée et en lui faisant subir plusieurs passages sur pomme de terre, j'ai noté que l'odeur colienne réapparaît et que le lait subit la coagulation d'abord lente, puis rapide.

» Le *paracoli* devient *B. coli* normal. Cette transformation est plus ou moins rapide suivant la qualité de la pomme de terre.

» Ce *B. coli* normal ainsi obtenu est mis de nouveau au contact de la pasteurellose, soit sur gélose, soit dans le péritoine de cobaye : il se transforme en *paracoli*.

» *Moyens d'isolement*. — *a*. Isolement très minutieux et répété plusieurs fois sur plaque de Petri (gélose et gélatine). La pasteurellose a des cultures fines et petites avec ses caractères spéciaux. Les cultures du *paracoli* sont plus épaisses et plus grasses et possèdent les caractères connus.

» Il est bon de remarquer que, si la culture de la pasteurellose contient par mégarde quelques éléments paracoliens, ceux-ci envahissent bientôt le milieu et masquent de nouveau le cocco-bacille.

» *b*. Inoculation intra-péritonéale de la culture initiale à plusieurs cobayes. On tue de deux heures en deux heures. La pasteurellose passe d'abord seule dans le sang de l'animal, puis le *paracoli* passe à son tour, si bien qu'après la mort naturelle de l'animal la culture du sang est de nouveau impure, à des degrés variables, suivant la végétabilité du *paracoli*.

» *c*. Inoculation de la culture initiale sous la peau du lapin. Toutes les 6 heures on fait une prise au point d'inoculation et l'on isole.

» Une culture impure, et il est difficile de reconnaître l'impureté, reprise plusieurs fois sur pomme de terre aura des caractères différents de ceux que présente la culture faite de gélose en gélose. Dans le premier cas, le *B. coli* normal est isolé à la longue; dans le second cas, la culture contient les deux microbes.

» La connaissance de ces faits m'a permis de ne pas attribuer au *B. coli*

(¹) *Société de Biologie*, 14 juin 1902.

normal, passagèrement *paracoli*, des caractères que ce microbe ne possède pas et qui relèvent de la pasteurellose sous-jacente. D'autre part, la question de l'agglutination pour la pasteurellose est difficile à juger, d'autant que, déjà dans les cultures, elle a une tendance normale à se mettre en amas et que le sérum normal humain augmente cette tendance. »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Traitement préventif de la clavelée. Sérum anticlaveleux*. Note de M. **F.-J. Bosc**.

« Dans une Note du 26 avril 1902, à la Société de Biologie, j'ai montré que l'on pouvait obtenir des substances immunisantes capables de permettre un traitement préventif de la clavelée.

» Duclert avait montré, il y a quelques années, que le sérum de moutons guéris de la clavelée est doué, à doses élevées, de propriétés préventives; ses résultats avaient été contestés en particulier par M. Nocard.

» Cette année même, après avoir démontré la virulence du sang du mouton claveleux (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, février 1902), j'ai pu penser logiquement que le sang renfermait le virus claveleux figuré et ses produits de sécrétion, et aussi que le sérum des agneaux guéris devait renfermer des substances immunisantes; enfin, que ces substances devaient être d'autant plus abondantes que l'infection avait été plus intense.

» I. J'ai repris les expériences de Duclert, en me servant du sérum d'*agneaux hyperinfectés* et qui, grâce à une résistance naturelle plus considérable, avaient guéri : elles m'ont montré que l'action préventive s'exerce toujours, et non seulement avec des doses considérables, mais avec 30^{cm^3} et 20^{cm^3}. L'action de ce sérum était seulement variable au point de vue de l'intensité de son action : parfois elle entraînait une immunisation totale; le plus souvent, elle empêchait l'éruption généralisée. Et si même, dans ce dernier cas, on sacrifiait l'animal à la fin de l'éruption locale, on pouvait constater, alors qu'il n'y avait aucune trace d'éruption à la peau, la présence de plusieurs ou d'une seule pustule pulmonaire sous-pleurale. On conçoit toute l'importance de cette constatation, au point de vue pratique.

» Dans cette première série d'expériences, j'ai été amené à abandonner le mouton comme sujet d'expérience; il offre en effet une résistance trop grande et trop variable au virus claveleux, pour qu'on puisse mesurer l'activité d'un sérum préventif. *J'ai pris, et il est indispensable de prendre comme réactif l'agneau né de mère non clavelisée, qui est d'une très grande sensibilité*.

» II. Dans une deuxième série d'expériences, j'ai recherché si le sérum des animaux hyperinfectés, soignés peu de temps avant l'apparition de la période agonique, ne possède pas de propriétés préventives. J'avais constaté, en effet, au cours de

mes expériences sur la virulence du sang, que certaines injections sous-cutanées de sang incoagulable d'agneau claveleux, qui avaient été insuffisantes pour déterminer la clavelée, avaient immunisé l'animal contre cette dernière. Une étude systématique a montré que le sérum d'un animal recueilli à une période avancée d'une clavelée hypervirulente est préventif à la dose de 20^{cm^3} pour l'agneau sain.

» Recherchant si les principes vaccinants étaient totalement enfermés dans le sérum, j'ai vu que, si l'on rend le sang incoagulable et qu'on le filtre à la bougie d'amiante ou de porcelaine, on obtient un *plasma* d'un quart ou d'un tiers plus actif que le sérum.

» III. Étant donnée l'action préventive énergique du sérum ou du plasma des agneaux hyperinfectés et après avoir vérifié que cette action était d'autant plus énergique que les lésions claveleuses avaient été plus intenses, j'ai procédé de la façon suivante :

» Un agneau est inoculé avec un claveau hypervirulent, par 20 scarifications sur chaque flanc et par 4 injections sous-cutanées dans les aines et les aisselles aboutissant à d'énormes tumeurs, puis à une éruption généralisée intense à la peau et à tous les organes. A ce moment on recueille 400^{cm^3} de sérum, et on l'inocule à un animal neuf en même temps qu'on lui injecte, au bout de 24 ou 48 heures, toute la substance des lésions claveleuses recueillies sur l'agneau hyperinfecté. Il est important de ne pas lui inoculer seulement la lymphe, mais *les produits de raclage, puis de broyage des lésions* (*sur toile métallique*), *filtrés par pression sur un linge stérilisé.*

» On obtient ainsi une immunisation partielle ou totale (qui empêche la mort de l'animal inoculé) et une saturation de celui-ci par la pulpe claveleuse. On recommence à plusieurs reprises les inoculations de sérum et de claveau. Après plusieurs traitements semblables, l'animal présente un *claveau hyperpréventif*. Mais, même avec ce sérum, si l'on a soin de se servir de l'agneau comme réactif, on constate que les résultats peuvent être variables, suivant l'animal préparé ou suivant l'agneau inoculé préventivement, et, au lieu d'une immunisation totale, on n'obtient qu'une *hémo-immunisation* (la pustule locale évolue le plus souvent très atténuée, mais il n'y a pas d'éruption généralisée).

» C'est pour ce motif que j'ai commencé par indiquer, dans l'étude de l'action préventive, la partie certaine dans tous les cas : l'*hémo-immunisation*, me réservant de revenir sur l'immunisation totale.

» On peut encore augmenter l'activité du sérum préventif en inoculant à un animal neuf *du sérum hyperpréventif et du claveau en abondance*, tous les 3 jours.

» IV. Mais le sérum préventif n'est pas fourni par le mouton avec une assez grande abondance pour rendre le procédé pratique.

» Dès janvier 1902, je me suis adressé systématiquement à l'*âne*, animal réfractaire à la clavelée, et je lui ai inoculé alternativement de hautes doses de sérum hyperpréventif du mouton et des quantités énormes de pulpe claveleuse, jusqu'à 20^{cm^3} par jour pendant 15 jours.

» J'ai obtenu un sérum préventif suffisant entre 10^{cm^3} et 20^{cm^3}, mais je suis arrivé, depuis ma Communication de février 1902, à la Société de Biologie, à une méthode que je me réserve de faire connaître ultérieurement et qui, appliquée encore à l'âne, donne de meilleurs résultats et permet d'obtenir un sérum très actif et en grande quantité. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Résultats physiques, chimiques et pratiques de la concentration du vin.* Note de M. F. Garrigou. (Extrait.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa dernière séance, divers résultats de mes recherches sur la concentration du vin, commencées en 1872. Je me propose aujourd'hui de faire connaître quelques détails qui éclairent la question, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique.

» Afin d'obtenir des produits irréprochables, il faut choisir, pour les concentrer, des vins absolument naturels. Le vinage, l'addition d'acide tartrique, de plâtre, d'acide sulfurique, etc., constituent des falsifications qui peuvent avoir des effets déplorables, hygiéniquement et industriellement.

» Ces additions se reconnaissent, du reste, avec facilité dans une opération préalablement faite sur 10^{l} du vin à concentrer :

» 1° *Le vinage.* — Il fournit, lorsqu'il a été fait avec des alcools défectueux, une plus grande quantité d'alcools lourds que le vin parfaitement pur.

» 2° *L'addition d'acide tartrique.* — Dès que l'on dépasse la concentration à moitié, l'acide tartrique commence à se déposer lorsque l'on en a ajouté au vin, et le dépôt devient très abondant lorsque la concentration est poussée beaucoup plus loin. Cet acide tartrique et les tartrates ne se redissolvent plus lorsque, par l'addition de la quantité voulue d'eau et d'alcool, on cherche à rétablir le vin type (le vin primitif). Dans certains vins, surtout des vins d'Espagne, il se produit, dans ces conditions, une véritable boue.

» 3° *Addition de plâtre.* — Si cette addition a été considérable, le vin concentré devient très fortement acide, et il se dépose en abondance un mélange de sulfate de chaux et de sulfate de potasse. Le microscope les décèle nettement. L'acidité causée par la production d'acide sulfurique est également décelée avec certitude, ainsi que je vais le démontrer.

» 4° *Addition directe d'acide sulfurique.* — Il m'est arrivé, dans l'opération préparatoire pour la concentration, de trouver des vins présentant, au sujet de l'acide sulfurique, des réactions qui n'ont jamais été indiquées et que je dois signaler ici.

» Je commence par me procurer, dans le pays d'où vient le vin à concentrer, du vin absolument naturel. Appelons ce vin : *vin* A, et nous donnerons, au vin à concentrer, le nom de *vin* B.

» Ces deux vins sont mis dans deux capsules de platine ou de porcelaine,

et évaporés au bain-marie; leur extrait est desséché dans le vide à une température assez élevée (150°), puis on les calcine avec précaution ([1]).

» *Extrait de* A. — Cet extrait est acide. A la calcination il ne présente pas de vapeurs blanches, et les vapeurs, reçues sur un vase refroidi, sont légèrement acides.

» *Extrait de* B. — Cet extrait est très fortement acide.

» 1° A la calcination il dégage des vapeurs blanches qui, en se condensant sur un vase refroidi, donnent un liquide d'une acidité énorme.

» 2° Si l'on concentre ce liquide, après avoir lavé à la pissette les parois du vase refroidisseur, on obtient sur ce liquide la réaction de l'acide sulfurique.

» Ce n'est qu'après avoir ainsi étudié les vins à concentrer ([2]) qu'on peut être sûr de leur pureté; et les soumettre à la concentration, alors seulement, constitue une opération aussi correcte hygiéniquement qu'industriellement.

» La concentration du vin, opérée avec des vins naturels et choisis, fournit des produits irréprochables, souvent meilleurs que les vins qui ont servi à cette concentration.

» Elle peut permettre : 1° de sauver des récoltes qui se perdraient par défaut de matières toniques et d'alcool, en doublant ou en triplant ces matières; 2° de pasteuriser complètement le vin soumis à la concentration; 3° de produire d'excellents vins de coupage, ainsi que je l'ai dit dans ma lettre ouverte, aux députés, du 20 décembre 1901 ; 4° de diminuer la vaisselle vinaire; 5° de faciliter les transports de vin, en en réduisant le prix ; 6° d'alimenter plus facilement les colonies et les pays étrangers qui manquent de vin. Elle peut être de première utilité pour les explorateurs, pour l'armée en campagne, pour la marine, etc. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

([1]) Cette calcination peut s'opérer de diverses manières, pour conserver les produits qui se volatilisent.

([2]) Les procédés que je viens de donner ne sont pas les seuls à employer. J'en utilise d'autres.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 SEPTEMBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire en la personne de M. *R. Virchow*, Associé étranger de l'Académie; il se fait l'interprète des profonds regrets de ses Confrères et prie M. Bouchard de rappeler les traits principaux de la vie de l'illustre savant.

Allocution de M. **Bouchard**, *à l'occasion de la mort de* R. Virchow, *Membre associé.*

« La mort de Rudolf Virchow, qui met l'Allemagne en deuil, est une perte cruelle pour le monde savant tout entier. M. le Président a dit combien elle est douloureusement ressentie par cette Compagnie, à laquelle Virchow appartenait depuis 1859. Elle frappe plus particulièrement la Médecine. C'est que Virchow, par ses découvertes et sa direction, a formé toutes les générations médicales qui existent encore aujourd'hui.

» En 1847, Virchow entreprenait la publication de ses *Archives d'Anatomie et Physiologie pathologiques et de Médecine clinique*, qui sont le plus précieux ensemble de documents pour qui veut savoir comment s'est constituée la Médecine contemporaine. On y trouve, à côté des travaux qu'il accueillait ou provoquait, les innombrables productions de son propre labeur et l'orientation vers laquelle il poussait la Pathologie. Je n'entreprendrai pas de vous soumettre l'énumération de ses découvertes; ses travaux sur la leucémie, sur la thrombose et l'embolie, sur la dégénération amyloïde, qui me viennent les premiers à l'esprit, suffiraient pour faire

vivre son nom dans le souvenir des hommes. La Médecine lui doit plus encore : le commencement d'une doctrine. Ce qui domine toute son œuvre, c'est l'idée contenue et développée dans les vingt leçons sur la *Pathologie cellulaire*. C'était, appuyée sur des faits qui semblent encore aujourd'hui inébranlables, la notion nouvelle impatiemment attendue qui balayait les débris des anciennes doctrines. L'Anatomie pathologique, depuis Morgagni jusqu'à Cruveilhier et Rokitansky, avait montré que, dans les maladies, certains organes sont lésés, et avait cru pouvoir caractériser la maladie par la lésion. C'était un grand progrès qui exerçait une sorte de fascination. On ne voyait que la lésion; on ne se préoccupait ni de la cause, ni de cette phase de l'acte morbide qui succède à l'application de la cause et qui précède la lésion. C'est là ce qu'a saisi Virchow. Lui aussi, il ignorait les causes, mais il voyait comment l'organisme réagit contre elles. Cette réaction, il la cherchait dans les parties vivantes irréductibles, dans les cellules, et il suivait l'évolution de la vie cellulaire troublée jusqu'à la production de la lésion.

» Virchow n'a dit ni le *pourquoi* de la maladie ni le procédé suivant lequel la cause provoque la maladie; mais il a dit, lui le premier, le *comment* de la maladie, la succession des actes morbides provoqués par la cause. C'est à un autre de nos Confrères qu'était réservé l'honneur de dévoiler les causes. Comme Pasteur a fondé la Pathogénie, Virchow avait jeté les bases de la Pathologie. C'est là le plus grand titre de gloire de Virchow, et je me sens autorisé à dire que, avec lui, une lumière s'est éteinte et une autorité a disparu.

» Virchow avait une activité infatigable qui s'est attaquée à bien d'autres questions. Il était anthropologiste, il a voulu pénétrer les problèmes préhistoriques, il a même fait de la politique. C'est peut-être par sa politique surtout qu'il a été connu et apprécié du public. Il arrive que le public juge mal. Il a certainement mal jugé quand il a représenté Virchow comme animé de sentiments hostiles envers notre pays. Virchow a voulu dissiper lui-même cette légende. J'ai présentes à la mémoire les paroles qu'il prononça à Berlin, non sans quelque solennité, devant plus de cent médecins français, en présence de l'ambassadeur de France : « On » m'attribue des paroles d'animosité contre la France que j'aurais prononcées quand nos deux pays étaient en guerre. Il se peut que j'aie prononcé ces paroles, mais je n'en suis pas sûr. Dans les périodes troublées, on dit parfois des choses dont on ne garde pas le souvenir. S'il

» est un homme de l'une ou de l'autre nation qui, à cette époque, n'a pas
» senti son cœur bondir et est certain que sa langue a toujours obéi à la
» froide raison, que cet homme me jette la première pierre. En tout cas,
» si j'ai prononcé ces paroles, je les désavoue. J'ai du respect et de la
» reconnaissance pour la France, pour son génie initiateur, pour sa
» science, pour ses savants près desquels j'ai été étudier dans mes jeunes
» années. »

» Ce n'est pas sur de telles considérations que l'Académie base ses jugements. Elles ne l'ont pas guidée quand vous avez, il y a 5 ans, conféré à Virchow la plus haute distinction à laquelle un savant puisse prétendre. Si j'ai reproduit ces nobles paroles, c'est pour qu'il soit bien établi qu'il n'y a pas chez nous d'arrière-pensée, que l'Académie s'associe sans réserves au deuil du monde civilisé et qu'elle adresse de tout cœur à la famille et aux Collègues de notre illustre Confrère l'expression de son admiration et de ses regrets. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'irréductibilité des transcendantes uniformes définies par les équations différentielles du second ordre.* Note de M. **Paul Painlevé.**

« 1. Dans des travaux antérieurs, j'ai énuméré trois types d'équations du second ordre qui définissent des transcendantes uniformes nouvelles. Le plus simple de ces types est l'équation

$$(1) \qquad y'' = 6y^2 + x.$$

» Dans une Note récente (*Comptes rendus,* 1er septembre), M. R. Liouville a indiqué un moyen par lequel il pense ramener l'intégration de ces types à celle d'une équation linéaire (ordinaire) du quatrième ordre à coefficients algébriques. Je voudrais montrer brièvement que cette réduction est illusoire.

» Considérons un système différentiel

$$(2) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = \mathrm{P}\left(x, y, z, \frac{dy}{dx}, \frac{dz}{dx}\right), \qquad \frac{d^2z}{dx^2} = \mathrm{Q}\left(x, y, z, \frac{dy}{dx}, \frac{dz}{dx}\right),$$

et regardons x, y, z comme des coordonnées rectilignes d'un point de l'espace. M. Liouville considère tous les systèmes (2) dont les courbe

intégrales se ramènent par une transformation ponctuelle

$$X = \varphi(x, y, z), \qquad Y = \psi(x, y, z), \qquad Z = \chi(x, y, z)$$

aux *droites* de l'espace. Convenons de dire que les systèmes (2) qui répondent à cette condition sont de l'espèce D. Tous les systèmes (2) de l'espèce D dépendent de *trois* fonctions arbitraires de x, y, z; étant donné un système (2) algébrique, on sait reconnaître algébriquement s'il est de l'espèce D, et son intégration équivaut alors à celle d'une équation linéaire (ordinaire) du quatrième ordre, à coefficients algébriques.

» Ceci posé, M. Liouville écrit l'équation (1) sous la forme

$$(3) \qquad \frac{dy}{dx} = z, \qquad \frac{dz}{dx} = 6y^2 + x,$$

et il cherche à déterminer un système (2) de l'espèce (D) qui soit conséquence de (3). Pour qu'un système (2) soit conséquence de (3), *deux* conditions sont nécessaires : comme les systèmes (2) de l'espèce D dépendent de trois fonctions arbitraires, M. Liouville assujettit ces fonctions à une relation supplémentaire et arrive à cette conclusion qu'on peut remplacer *algébriquement* le système (3) par un système (2) de l'espèce D; autrement dit, l'intégration de (3) équivaut à celle d'une équation linéaire (ordinaire) du quatrième ordre, à coefficients algébriques.

» Pour comprendre que cette conclusion ne saurait être exacte, il suffit de remarquer que le raisonnement subsiste sans modification quand on remplace le système (3) par un système quelconque de la forme

$$(4) \quad \frac{dy}{dx} = M(x, y, z), \quad \frac{dz}{dx} = N(x, y, z), \quad (M, N \text{ algébriques en } x, y, z).$$

Toute équation différentielle (algébrique) du second ordre serait donc réductible à une équation linéaire (algébrique) du quatrième ordre : résultat évidemment inadmissible.

» En réalité, ce que démontre M. Liouville, c'est que toute congruence de courbes (gauches ou planes), définie par un système (4), est réductible par une transformation ponctuelle à une congruence de droites. Mais cette réduction est possible *d'une infinité de façons*, et le calcul d'une transformation de passage *équivaut à l'intégration du système* (4).

» Si l'on effectuait les calculs indiqués par M. Liouville pour déterminer les systèmes (2) de l'espèce D qui sont conséquences de (3), on trouverait que les coefficients de ces systèmes dépendent d'un système d'équations

aux dérivées partielles à trois variables indépendantes (x, y, z), dont la solution générale renferme une fonction arbitraire de x, y, z, et quatre fonctions arbitraires de deux variables. L'intégration de ces systèmes revient à celle de l'équation (1), et réciproquement. *La réduction indiquée par M. Liouville est donc purement illusoire.*

» 2. Je voudrais, à cette occasion, insister sur le caractère de l'*irréductibilité* de l'équation (1) et des transcendantes uniformes $y(x)$ qu'elle engendre. J'ai montré que ces transcendantes sont *essentiellement nouvelles*. Autrement dit, elles ne sauraient être des combinaisons explicites (si compliquées soient-elles) des transcendantes uniformes classiques (fonctions elliptiques, abéliennes ou dégénérescences, intégrales d'équations linéaires à une variable, à coefficients algébriques). Par exemple, $y(x)$ ne saurait être une fonction algébrique de plusieurs solutions d'équations linéaires (ordinaires) à coefficients algébriques, non plus qu'une combinaison algébrique de fonctions θ, où les arguments seraient remplacés par des fonctions elliptiques de x, ou par des solutions d'équations différentielles linéaires (algébriques), etc. J'ai été conduit ainsi à une définition de l'*irréductibilité* des équations différentielles, définition qui s'impose dans ce genre de recherches, mais qui est plus restreinte que celle qui convient dans l'étude de l'*intégration formelle* (1). J'ai déjà signalé cette distinction; mais j'indiquerai ici très explicitement comment se pose le problème de la *réductibilité formelle* pour l'équation (1). Des remarques analogues s'appliquent aux deux autres types que j'ai énumérés.

» 3. La définition la plus générale et la plus rationnelle qu'on ait donnée de l'irréductibilité d'une équation différentielle est celle de M. Drach, que je rappelle en me limitant au système (4). Soient $u(x, y, z)$, $v(x, y, z)$ deux intégrales premières *distinctes* de (4); elles vérifient le système

$$\text{(S)} \qquad \frac{\partial u}{\partial x} + \text{M}\frac{\partial u}{\partial y} + \text{N}\frac{\partial u}{\partial z} = 0, \qquad \frac{\partial v}{\partial x} + \text{M}\frac{\partial v}{\partial y} + \text{N}\frac{\partial v}{\partial z} = 0.$$

» Le système du deuxième ordre (4) est dit *réductible* quand on peut adjoindre au système (S) au moins une équation (algébrique) aux dérivées

(1) C'est ainsi que les équations du troisième ordre, qui définissent les fonctions *fuchsiennes*, engendrent des transcendantes uniformes essentiellement nouvelles, bien qu'elles se ramènent (en permutant le rôle de la fonction et de la variable) à une équation de Riccati.

partielles en u, v, x, y, z qui soit compatible (¹) avec (S) sans être une conséquence de (S). Dans ce cas, il existe, non pas un seul, mais une infinité de systèmes d'équations (algébriques) aux dérivées partielles en u, v, x, y, z telles que chacun d'eux admette *des* solutions u, v de (S) sans les admettre *toutes*. Mais, parmi ces systèmes Σ, il en est un, soit Σ_1, d'ordre différentiel *minimum;* toutes les solutions u, v de ce système se déduisent d'une quelconque d'entre elles u_1, v_1 par les transformations

$$u = \varphi(u_1, v_1), \qquad v = \psi(u_1, v_1)$$

d'un certain *groupe* Γ (fini ou infini). Ce système Σ_1 et le groupe Γ correspondant, qui ne sont définis qu'à une transformation ponctuelle près en u, v, caractérisent la difficulté de l'intégration formelle de (4). C'est ce groupe Γ que M. Drach appelle le *groupe de rationalité de* (4). Étant donné un système (4), le problème fondamental qui se pose au point de vue de l'intégration formelle, c'est la détermination du groupe de rationalité.

» 4. Appliquons ces généralités à une équation de la forme

$$(5) \qquad \frac{dy}{dx} = z, \qquad \frac{dz}{dx} = R(x, y) \qquad (R \text{ algébrique en } x, y).$$

» Une telle équation n'est pas irréductible, au sens de M. Drach, car elle admet comme dernier multiplicateur l'unité. Ceci revient à dire qu'on peut substituer au système S le système

$$(\Sigma) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial u}{\partial y} z + \dfrac{\partial u}{\partial z} R = 0, \\ \dfrac{\partial v}{\partial x}\dfrac{\partial u}{\partial z} - \dfrac{\partial v}{\partial z}\dfrac{\partial u}{\partial x} = -z, \qquad \dfrac{\partial v}{\partial y}\dfrac{\partial u}{\partial z} - \dfrac{\partial v}{\partial z}\dfrac{\partial u}{\partial y} = 1, \end{array} \right.$$

qui entraîne la conséquence $\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} z + \frac{\partial v}{\partial z} R = 0$. Les solutions (u, v) de Σ se déduisent d'une quelconque d'entre elles (u_1, v_1) par les transformations du groupe infini $u = \varphi(u_1, v_1)$, $v = \psi(u_1, v_1)$, où φ, ψ sont deux fonctions quelconques *dont le jacobien est égal à* 1. Ce groupe G est le groupe de rationalité d'une équation (5) non exceptionnelle (²).

(¹) J'entends par là que le système Σ formé par (S) et les relations supplémentaires admet au moins une solution u, v où u, v sont deux fonctions *distinctes* de x, y, z.

(²) Il faudrait, en toute rigueur, démontrer que le groupe de rationalité d'une équation (5) prise au hasard n'est pas un sous-groupe de G. Mais la chose ne paraît pas douteuse ni difficile à démontrer.

» La question qui se pose pour l'équation (1) est donc de savoir si son groupe de rationalité Γ coïncide avec le groupe G ou avec un sous-groupe de G. *A priori*, il n'est pas impossible que ce groupe Γ soit fini, par exemple soit le groupe linéaire; dans ce dernier cas, deux intégrales premières u, v de (1) seraient données par un système d'équations aux dérivées partielles dont l'intégration équivaudrait à celle d'une équation linéaire du deuxième ordre, suivie de quadratures. Ce qui est certain, dans tous les cas, d'après ce que j'ai démontré, c'est qu'aucune intégrale première $u(x, y, y')$ de (1) ne saurait être algébrique, soit en y', soit en y.

» La connaissance du groupe de rationalité de l'équation (1) (si toutefois ce groupe ne coïncide pas avec G) serait très importante pour l'étude des propriétés des transcendantes $y(x)$. Malheureusement, le problème qui consiste à trouver le groupe de rationalité d'une équation différentielle donnée (algébrique) est bien loin d'être résolu. Il faudra donc, pour déterminer le groupe de l'équation (1), ou beaucoup d'invention, ou beaucoup de bonheur.

» Quel que soit d'ailleurs le résultat auquel on parviendra par la suite, deux points sont dès maintenant acquis :

» 1° Les intégrales $y(x)$ de l'équation (1) sont des transcendantes uniformes essentiellement nouvelles;

» 2° Les propriétés de ces intégrales, leur caractère méromorphe, leur représentation, etc., ont été établis directement sur l'équation même; autrement dit, cette équation a été intégrée (au sens moderne du mot) *à l'aide de la théorie des fonctions*, sans qu'on sût effectuer d'aucune façon son intégration formelle. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude expérimentale de la résistance à la compression du béton fretté*. Note de M. **Considère**.

« Pour vérifier l'exactitude des considérations développées dans la Communication précédente, j'ai fait des expériences, à Quimper, en 1901, sur de petits prismes de mortier et, à Paris, en 1902, sur de grands prismes de béton. Toutes ont confirmé qu'il faut multiplier par $\frac{K}{2} = 2,4$ le poids d'un frettage pour déterminer le poids des armatures longitudinales qui donneraient la même résistance à l'écrasement.

» Comme exemple de la résistance élevée que donne le frettage, on citera un prisme de mortier dosé à 433^{kg} de ciment par mètre cube de sable

et armé de spires hélicoïdales dont le volume n'était que les 0,034 de celui du prisme. Il a porté 740^{kg} par centimètre carré de section initiale sans s'écraser. A poids égal, le fer percé de trous de rivets ne porte pas plus.

» Pour vérifier les conclusions relatives à l'élasticité, on a représenté graphiquement les résultats des essais des prismes énumérés ci-après qui avaient 15^{cm} de diamètre et étaient formés d'un très médiocre béton dosé à 300^{kg} de ciment pour $0^{m^3},800$ de gravier et $0^{m^3},400$ de sable avec un excès d'eau qui en a empêché le pilonnage énergique :

» A. Prisme témoin non armé qui a porté 74^{kg} par centimètre carré;

» B, C. Prismes armés de spires de $6^{mm},27$, $4^{mm},27$ espacées de 30^{mm}, 15^{mm};

» D, E. Prismes armés comme B, C, plus 8 barres longitudinales de $6^{mm},27$;

» F. Prismes armés de 8 barres longitudinales de 9^{mm}, réunies par des ceintures espacées de 80^{mm}, conformément à un type très employé.

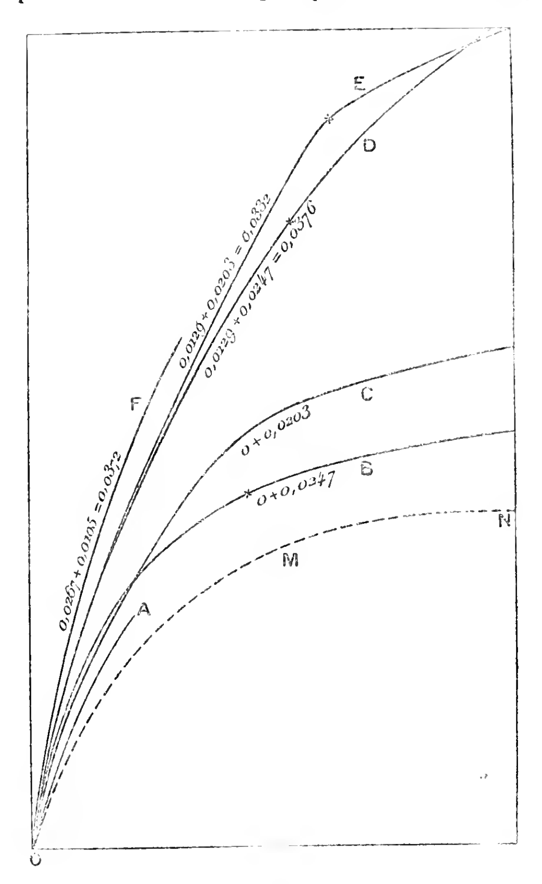
» Les abscisses sont les pressions par centimètre carré à l'échelle de $0^{mm},4$ par kilogramme et les ordonnées sont les raccourcissements par mètre multipliés par 20.

» En examinant cette épure, on constate d'abord, sur les prismes A et F, ce fait bien connu que le béton non armé, ou armé de barres longitudinales réunies par des ceintures métalliques insuffisantes ou trop espacées, se brise, sans que rien l'annonce, quand il a pris un faible raccourcissement, qui, pour le prisme F, a été de $1^{mm},05$. Au contraire, le béton fretté possède, comme les métaux ductiles, une limite d'élasticité qui est bien inférieure à la charge de rupture et dont le dépassement est annoncé par des fissures dans la mince couche de béton qui recouvre le frettage. Une croix indique l'apparition des fissures pour chacun des prismes B, D, E. La croix relative à la courbe C serait en dehors de l'épure avec une abscisse de $3^{mm},55$.

» Les raccourcissements supportés par les prismes frettés, avant l'écrasement, sortiraient beaucoup du cadre de la figure. Ils ont varié entre 15^{mm} et 30^{mm} par mètre.

» On remarquera que les résistances fournies par les divers prismes pour un même raccourcissement sont loin de varier en proportion du pourcentage de métal (rapport du volume du métal au volume total) qui est indiqué à côté de chaque courbe; le premier chiffre est le pourcentage des barres longitudinales, le deuxième celui des frettes ou, à défaut, celui des ceintures réunissant ces barres; le troisième est le pourcentage total.

» Pour préciser cette apparente anomalie, on se servira de la formule établie dans la Communication précédente, dont il résulte que la résistance donnée au béton par le frottement que produit le frettage est égale à la



résistance propre d'armatures longitudinales dont le poids serait égal à celui des frettes multiplié par $g\frac{K}{2} = 0,90$. Elle permet d'établir le Tableau suivant :

Prismes.	B.	C.	D.	E.
Résistance calculée due au frottement...	31^{kg}	25^{kg}	50^{kg}	43^{kg}
Excès de la résistance constatée sur celle du prisme témoin....................	14^{kg}	15^{kg}	36^{kg}	35^{kg}
Rapport des deux chiffres..............	0,45	0,60	0,72	0,81

» L'explication des grandes différences que présentent les valeurs de ce rapport m'a été fournie par l'observation des circonstances de l'expérience. Pendant le chargement du prisme B, les fissures ont apparu sous la

faible charge de 122^{kg} et, bientôt après, on a vu le béton s'écailler d'abord et finalement s'écouler entre les spires formant le frettage dont l'écartement d'axe en axe était de 30^{mm}. L'écrasement du prisme, qui a eu lieu sous la charge de 360^{kg} par centimètre carré, a été la conséquence de cet écoulement et rien n'a indiqué que le métal eût atteint sa limite d'élasticité.

» Dans le prisme C, dont le frettage était formé par des spires écartées de 15^{mm} seulement, les fissures ont apparu sous la charge de 174^{kg}; l'écaillement aussi s'est produit tardivement et il n'y a pas eu d'écoulement du béton sous la pression de 380^{kg}, maximum qu'a pu produire la presse hydraulique de l'École des Ponts et Chaussées et qui n'a pas suffi à écraser le prisme C.

» Les prismes D, E renfermaient, outre des spires espacées de 30^{mm}, 15^{mm}, huit armatures longitudinales appuyées contre la surface intérieure des spires et formant avec elles un quadrillage qui opposait un obstacle efficace au gonflement latéral du béton. L'apparition des fissures ne s'est produite que sous les charges de 204^{kg} et 238^{kg} et l'on n'a pas observé de gonflement sensible et, *a fortiori*, d'écoulement du béton entre les armatures sous les pressions réalisées qui n'ont pas produit la rupture.

» Du rapprochement de ces faits, il résulte que les spires écartées du cinquième et même du dixième du diamètre des prismes n'ont pas suffi, à elles seules, pour donner le maximum de solidité au béton employé dans ces expériences et qu'elles ont fourni des résultats bien meilleurs et voisins de ceux de la formule en question lorsqu'on y a ajouté de faibles armatures longitudinales.

» Il importe de remarquer que les tubes continus, qu'on pourrait croire préférables aux spires, ne donneraient que de très médiocres résultats parce que, participant aux raccourcissements du béton, ils se gonfleraient et se fatigueraient comme lui et ne pourraient, par suite, combattre son gonflement et sa fatigue.

» On doit rappeler aussi que, la tendance au retrait du béton conservé dans l'air étant gênée dans les pièces armées, il en résulte une diminution du coefficient d'élasticité que j'ai signalée en 1900. Elle réduit la résistance produite par une déformation déterminée et, si l'on n'en tient pas compte, on attribue une valeur trop faible à l'augmentation de résistance que produit le frettage. Il est donc vraisemblable que la perte de résistance due à l'écartement des armatures a été bien inférieure, en réalité, à $1,00 - 0,81 = 0,19$ pour le prisme E.

» La formule étant vérifiée sous cette réserve, là où elle peut l'être,

c'est-à-dire dans la limite des déformations que le béton non armé peut supporter sans rupture, il paraît légitime d'admettre qu'elle est exacte au delà. Si donc, des résistances du prisme E constatées pour un certain nombre de raccourcissements, on retranche graphiquement les résistances correspondantes des armatures longitudinales et celles des frettes calculées par la formule en question, on obtiendra une courbe OMN dont les ordonnées seront égales ou peu inférieures aux valeurs de la résistance propre que le béton produit dans les pièces frettées lorsqu'il subit des raccourcissements supérieurs à ceux que supporte le béton non armé. On remarquera l'analogie de cette courbe de pression du béton fretté avec la courbe de traction du béton armé.

» De l'étude de la courbe OMN il résulte que, dans le prisme E, *la résistance propre du béton a continué à augmenter au delà de la charge de rupture du béton non armé, mais de moins en moins rapidement, jusqu'à ce que le raccourcissement se fût élevé à* 2^{mm} *par mètre environ, et qu'elle a atteint alors une valeur dépassant de près de* 50 *pour* 100 *la résistance à l'écrasement du prisme témoin.*

» On prépare des prismes formés de béton riche qui permettront de vérifier si les conclusions qui semblent ressortir de ces faits peuvent être généralisées. En cas de résultat favorable, on aurait le moyen de calculer la résistance à l'écrasement, ainsi que la limite d'élasticité et les valeurs successives du coefficient d'élasticité d'un prisme fretté de dosage et de disposition quelconques, et l'on pourrait déterminer la charge de flambement.

» Le développement des conséquences pratiques qui découlent de cette étude scientifique ne seraient point à leur place ici. »

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éruption de la Martinique.* Note de MM. **A. Lacroix, Rollet de l'Isle** et **Giraud**, délégués de l'Académie.

2° *La catastrophe de Saint-Pierre.*

« Le fait qui domine toute l'histoire de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée est la catastrophe du 8 mai qui, en quelques minutes, a détruit la ville de Saint-Pierre et ses 30000 habitants, anéanti de nombreuses habitations du voisinage, ainsi que les navires qui se trouvaient en rade.

» Nous nous sommes donc préoccupés de rechercher les causes de ce phénomène; pour cette étude, nous nous sommes heurtés à des difficultés nombreuses. Arrivés en effet à la Martinique un mois et demi après l'événement, alors qu'une nouvelle éruption, celle du 20 mai, produite dans des conditions probablement analogues, était venue parachever l'œuvre de destruction, nous avons dû nous contenter d'étudier les produits volcaniques tombés sur la ville ou à son voisinage, de rechercher les effets mécaniques, calorifiques ou physiologiques produits par le phénomène, de recueillir et de discuter les récits du petit nombre de témoins qui ont survécu, récits qui, d'ailleurs, sont loin d'avoir été toujours concordants.

» Nous avons montré antérieurement que les alentours du cratère de la Montagne Pelée, sur un rayon de 2^{km} à 3^{km}, sont entièrement dévastés; d'autre part, les cendres projetées par le volcan sont surtout abondantes dans un secteur, situé sur les côtes Ouest et Sud-Ouest de la Montagne Pelée et compris entre le cratère, l'îlot de la Perle au nord du Prêcheur et le Carbet. Dans ce large secteur, il en existe un autre plus petit, compris à peu près entre le bourg de Sainte-Philomène et le sud de la ville de Saint-Pierre : la dévastation y a atteint son maximum; sauf sur ses bords, toute végétation, toute habitation ont été plus ou moins totalement détruites, tous les êtres vivants qui s'y trouvaient le 8 mai au matin ont été tués, à l'exception de quelques rares blessés.

» Nous ferons remarquer immédiatement la dissymétrie de cette zone dévastée par rapport au cratère, dissymétrie qui, jusqu'au 1er août, date de notre départ de la Martinique, a persisté dans les effets des éruptions qui ont suivi celle du 8 mai. Nous noterons, en outre, que la direction des fissures, jalonnée par les fumerolles de la vallée de la rivière Blanche, sert sensiblement de médiane au secteur de la dévastation.

» Ces fumerolles, actives depuis le commencement de l'éruption, sont localisées sur le côté Sud-Ouest de la Montagne Pelée.

» *Produits de projection.* — L'étude de la nature et de la distribution des produits de projection dans la zone dévastée permet immédiatement d'éliminer l'hypothèse d'une destruction, produite par un bombardement de la ville de Saint-Pierre et de ses environs par des blocs de lave incandescente ou par la seule chute d'une très grande quantité de cendres. Nous avons montré déjà que les bombes de la grosseur du poing, si nombreuses sur les bords du cratère, ne sont pas parvenues directement au delà de 800^m de celui-ci. Quant à l'apport de cendres, quoique relativement assez considérable dans le quartier du Fort, il a été insuffisant, dans la plupart des

points considérés, pour déterminer à lui seul l'effondrement des maisons.

» Il est donc, par suite, nécessaire d'admettre que le désastre est dû à l'existence d'une poussée de gaz et de vapeur à haute température, ayant certainement entraîné des cendres et des lapillis, mais qui paraissent toutefois n'avoir joué qu'un rôle accessoire dans le phénomène. L'existence de cette poussée est mise en évidence à la fois par ses effets mécaniques, calorifiques et physiologiques, qui ont été ou qui peuvent être constatés, et par les récits des survivants de la catastrophe.

» *Effets mécaniques.* — L'étude des flancs de la Montagne Pelée et celle des ruines de Saint-Pierre permettent de préciser les effets mécaniques produits dans la zone de dévastation. Entre le cratère, Sainte-Philomène et Saint-Pierre, il n'existe plus rien; le sol est nu : villas, usines, bois, cultures, tout a disparu. Dans Saint-Pierre même, l'emplacement du quartier du Fort, le plus rapproché du volcan, était encore le 22 juin recouvert par une sorte de dune de cendres à surface ondulée. Depuis lors, l'érosion, très active pendant cette saison des pluies, met peu à peu à découvert ruines et cadavres et montre que beaucoup de maisons de la partie haute du quartier ont été rasées au niveau du sol; il en est de même pour le quartier du centre, situé sur la rive gauche de la Roxelane. Quant aux maisons placées sur la rive droite de cette dernière rivière et adossées au coteau sur lequel se trouvait le quartier du Fort, elles ont été, en partie, protégées et n'ont subi que la démolition partielle, si caractéristique dans le sud de la ville. Lorsque, en effet, on s'avance dans cette direction, on constate que la dévastation y a été moins complète : les maisons ne sont souvent que partiellement renversées et, dans le quartier du Mouillage notamment, où les rues principales ont une orientation oscillant autour du Nord-Sud ou dans une direction perpendiculaire, on constate que les murs dont le plan est dirigé Nord-Sud ou dans des directions voisines sont presque entièrement debout, alors que les autres n'existent plus ou presque plus.

» Dans toute la ville, les arbres sont brisés ou déracinés; dans ce dernier cas, ils sont renversés vers le Sud; c'est dans cette direction qu'est tombé le phare; la vierge colossale en fonte qui se trouvait sur le Morne d'Orange, au-dessus de la batterie Sainte-Marthe, a été renversée dans la même direction; elle gît non brisée à quelques mètres au delà de son socle [1].

---

[1] Les canons de la batterie Sainte-Marthe, placés à côté de leurs affûts renversés,

» Cette constance de l'orientation de tout ce qui a été renversé est particulièrement frappante dans le cimetière du Mouillage. Les grilles de fer ont été arrachées et projetées vers le Sud ; des pierres tombales de marbre placées à plat sur les caveaux ont elles-mêmes subi un déplacement dans la même direction. Enfin, de nombreux cadavres ont été retrouvés dans les rues, également orientés la tête vers le Sud.

» Lorsqu'on s'éloigne de Saint-Pierre dans la direction de l'Est, sur le Morne d'Orange ou dans le quartier des Trois-Ponts, par exemple, on constate l'atténuation progressive des actions mécaniques : les arbres ne sont plus renversés, mais seulement dépourvus de leurs branches et de leurs feuilles, les maisons sont moins atteintes, parfois même quelques-unes d'entre elles subsistent presque intactes, puis on arrive à une zone extérieure où seul le feuillage des arbres a souffert. Des observations du même genre peuvent être faites du côté du Prêcheur, à la bordure de la zone dévastée.

» L'existence d'une poussée gazeuse formidable, dont l'origine doit être recherchée au nord de la ville de Saint-Pierre, est donc évidente ; mais, d'autre part, comme la ville se trouve à l'une des extrémités du secteur dévasté, il est, en outre, nécessaire d'admettre que cette poussée n'a pas été rectiligne, mais s'est produite en éventail de façon à couvrir toute la surface comprise entre Sainte-Philomène et Saint-Pierre ; nous discuterons plus loin quelle est la position probable de son point de sortie.

» *Effets calorifiques et physiologiques.* — Au point de vue des phénomènes calorifiques et physiologiques, il y a lieu également de distinguer un secteur central, qui est sensiblement celui dans lequel les effets mécaniques ont atteint leur maximum, et un autre, plus étroit, extérieur, dans lequel les effets destructeurs ont été progressivement en s'atténuant. Dans le secteur central, on n'a plus trouvé trace de vie ; les cadavres étaient entièrement nus, méconnaissables, superficiellement carbonisés ; leurs cheveux et leurs poils étaient brûlés. La position d'un très grand nombre d'entre eux semble indiquer qu'ils ont été surpris par une mort foudroyante ; les symptômes d'asphyxie (langue tuméfiée pendante, contracture des membres, etc.) étaient souvent manifestes. Les maisons ont été incendiées, mais l'incendie n'a pas été total ; on rencontre des débris de maisons épargnées à côté d'autres partiellement ou entièrement brûlées. Il semble que la ville ait été soumise à une température élevée, mais pendant

n'ont pas été jetés à terre par la poussée volcanique, comme on l'a écrit ; ils étaient démontés depuis plusieurs années.

un temps très court, de telle sorte que les objets peu combustibles ou préservés par des causes locales ou accidentelles ([1]) n'ont souvent pas eu le temps de s'enflammer, quand ils n'ont pas subi l'influence de foyers d'incendie voisins, particulièrement intenses dans cette ville où les usines et notamment les rhumeries étaient nombreuses. Il est à remarquer que la ville de Saint-Pierre était construite en pierre, avec les toitures en tuile ou en tôle galvanisée.

» La température n'a été suffisante pour fondre aucun des objets métalliques (poutres, grilles, balcons de fer, fils de cuivre du téléphone) autrefois exposés à l'air et que l'on rencontre en grande abondance dans les décombres de la ville.

» Dans le secteur extérieur, et notamment dans les faubourgs ou la banlieue de la ville (quartier des Trois-Ponts, Morne d'Orange, etc.), la proportion des maisons non brûlées, des arbres non carbonisés ([2]) augmente très rapidement, et l'on trouve des habitations qui, bien que construites en bois, ne montrent pas trace d'incendie. Dans ces dernières (Carbet), les habitants ont été rencontrés asphyxiés, conservant des positions naturelles qui semblent indiquer une mort soudaine; leurs vêtements n'étaient pas endommagés ([3]).

» Dans le voisinage, les cadavres recueillis en dehors des maisons présentaient des traces d'asphyxie, en même temps que des brûlures; leurs vêtements ne sont que partiellement carbonisés. Enfin, à la limite de la zone que nous étudions, se trouvaient des blessés, dont quelques-uns ont survécu; ce sont ceux que nous avons interrogés; sur eux, on n'a plus observé, ou presque plus, de carbonisation; leurs vêtements étaient intacts, leurs blessures consistaient en brûlures superficielles, mais très étendues, de toutes les parties découvertes; les cheveux et la barbe étaient intacts. On a constaté aussi des brûlures des lèvres, des premières voies digestives, des voies respiratoires, enfin parfois des signes de pneumonie. Les paupières étaient parfois tuméfiées, brûlées, mais les yeux intacts.

([1]) C'est ainsi que nous avons trouvé dans le quartier du Fort des cartouches de revolver et des tuyaux de caoutchouc intacts. Dans le quartier du Mouillage, nous avons rencontré, dans la cour d'une maison en partie incendiée, une femme immergée dans un bassin et ayant ses vêtements non brûlés.

([2]) Ceux-ci sont souvent carbonisés ou dépourvus de leur écorce du côté de la montagne seulement.

([3]) Des chiens et des chats ont été trouvés vivants dans quelques-unes de ces maisons *closes*, dont les habitants étaient asphyxiés.

Beaucoup de ces blessés ont été certainement brûlés par de la vapeur d'eau ou par un gaz à haute température, mais d'autres avaient, en outre, absorbé une plus ou moins grande quantité de cendres chaudes. Tel a été, en particulier, le cas de ceux qui ont péri à bord du *Roraima*, navire qui était mouillé devant Saint-Pierre. Ce navire, de même que le *Roddam*, le *Teresa-Lovico*, se trouvait à une plus ou moins grande distance du rivage, près de la limite d'action de la poussée gazeuse, qui semble avoir eu, au point de vue calorifique, une action moindre sur mer que sur la terre voisine.

» En résumé, toutes ces observations indiquent l'action rapide et persistante d'une source de calorique à haute température, produisant l'asphyxie. Dans une zone centrale, la température a été assez élevée pour déterminer l'incendie, carboniser superficiellement les cadavres après avoir brûlé leurs vêtements, mais elle a été insuffisante pour fondre des fils minces de cuivre (1054°). A l'extérieur de cette zone, les phénomènes d'asphyxie ont persisté, mais la température s'est abaissée de telle sorte que des vêtements même ne pouvaient plus être carbonisés; enfin, plus extérieurement encore, la vie a été généralement possible et les êtres vivants ont eu à souffrir soit simplement de gêne respiratoire, soit de brûlures analogues à celles que produit la vapeur d'eau dans des explosions de machines à vapeur, avec parfois en outre action évidente de cendres chaudes.

» Ces faits d'observation étant établis, passons aux récits des témoins que nous avons interrogés ou dont les déclarations ont été publiées. Ceux-ci sont soit des personnes qui, au moment de l'éruption, ont observé le volcan de localités situées au dehors de la zone dévastée (Morne Rouge, Parnasse, haut du Morne d'Orange, etc.), soit des personnes se trouvant sur la limite extérieure de celle-ci (à bord des navires ou sur la terre ferme); ces récits ne sont malheureusement pas tous concordants, mais les faits suivants peuvent être définitivement établis. Nous publierons d'ailleurs plus tard, avec le compte rendu complet de notre mission, tous les témoignages que nous avons recueillis, leur longueur ne permettant pas de les intercaler dans ce rapport préliminaire.

» Après plusieurs jours d'éruptions préliminaires, le 8 mai, un peu avant 8^h du matin, alors que le ciel était pur et que le volcan lançait verticalement, comme il le faisait depuis quelque temps, un panache de vapeur, on entendit, venant du cratère, une détonation formidable, en même temps qu'un nuage noir, très épais, dévalait de la montagne dans la direction Nord-Est-Sud-Ouest, vers Saint-Pierre. Ce nuage était sillonné d'éclairs; il

était animé d'une grande vitesse, de telle sorte qu'en 2 ou 3 minutes, peut-être moins, il avait dépassé Saint-Pierre, dont l'extrémité Sud est distante d'environ 8^{km} du cratère. Ce nuage était dense, car ses volutes, roulant les unes sur les autres, se maintenaient à la surface du sol. Sur son passage, il renverse habitations et monuments, brise ou déracine les arbres, soulève horizontalement la surface de la mer, démâte les navires au ras du pont et en coule plusieurs. Enfin, il anéantit tous les êtres vivants. Une obscurité profonde s'étend immédiatement sur son trajet, mais à son contact tous les objets combustibles s'enflamment : arbres, champs de cannes, la ville entière, les navires en rade flambent en un instant. Presque aussitôt se produit une chute de petits lapillis et de cendres, bientôt transformées en boue par une pluie diluvienne qui dure près de 30 minutes. Aussitôt après le passage de la poussée gazeuse, un vent de retour en sens inverse s'est produit, sauvant ainsi la vie à plusieurs personnes au sud de Saint-Pierre. Une heure après le commencement du phénomène, le ciel redevint pur.

» Les contradictions dans les récits portent sur les deux questions que nous devons discuter comme conclusion à cette étude : Quelle était la constitution de la poussée gazeuse qui a détruit Saint-Pierre et d'où est-elle partie?

» En effet, tandis que la plupart des témoins affirment que le nuage, vu de front ou de côté, était obscur, un petit nombre disent y avoir vu des points de feu, et l'un d'eux même a parlé de flammes partant du cratère et se dirigeant sur Saint-Pierre. D'autre part, tandis que les témoins que nous avons entendus, sauf un, disent avoir vu le nuage obscur partir du haut de la montagne pour se diriger sur Saint-Pierre, deux autres, cités par M. Robert T. Hill, l'un des géologues américains, qui vient de publier un compte rendu de l'éruption, prétendent l'avoir vu partir d'un nouveau cratère qui serait situé dans la vallée de la rivière Blanche, à deux milles de la côte; un des témoins que nous avons entendus dit avoir vu le nuage obscur occuper tout l'espace compris entre la mer et un point situé à 200^m ou 300^m au-dessous du cratère.

» En ce qui concerne la nature du nuage destructeur, il est un certain nombre de faits qui sont hors de doute. Ce nuage était certainement essentiellement constitué par de la vapeur d'eau et par des cendres. Les cendres ont été constatées avec évidence d'abord à terre et aussi sur les blessés survivants : la plupart d'entre eux étaient absolument couverts par de la boue gluante. C'est à la présence des cendres qu'étaient dues la couleur et la forte densité du nuage. Nous avons vu, dans les fumerolles du bord

de la côte, comment les bouffées de vapeur d'eau entraînant de la cendre par éboulement des falaises roulaient lourdement à la surface de la mer, au lieu de s'élever comme lorsqu'elles en étaient dépourvues.

» La présence d'une grande quantité de vapeur d'eau n'est pas douteuse; celle-ci constitue en effet la partie prédominante de toutes les émanations volcaniques, en général, et de toutes celles de l'éruption actuelle du Mont Pelé en particulier. Son existence est encore prouvée par l'abondante condensation qui s'est produite au cours du phénomène et qui a déterminé la pluie torrentielle dont il a été question plus haut. Enfin, il faut noter à ce point de vue toutes les brûlures subies par les blessés de la zone extérieure, et notamment de ceux qui ont été brûlés sans subir aucun phénomène d'asphyxie.

» Tout ce que nous savons sur les émanations volcaniques et ce que nous avons personnellement constaté sur les fumerolles de l'éruption actuelle tend à indiquer comme vraisemblable la présence d'acide sulfureux et d'hydrogène sulfuré mélangés à la vapeur d'eau, mais il semble douteux que ces gaz aient joué un rôle bien considérable; les témoins ne sont pas d'accord, en effet, dans leurs observations à cet égard; les uns parlent d'une odeur de soufre qu'ils auraient sentie, les autres sont très affirmatifs sur l'absence d'odeur au moment où ils ont été brûlés. Nous avons recueilli un très grand nombre d'objets métalliques, dans l'espoir d'y trouver des traces permanentes de l'action de ces gaz. Nous n'avons guère obtenu que des résultats négatifs [1]. Parmi ces objets, les uns sont intacts (fils et plaques de cuivre, tuyaux de plomb, chromate de plomb trouvé dans les ruines d'une maison), ou bien présentent des oxydations banales dans un climat chaud et humide (objets de fer, de cuivre, de plomb); les autres ont bien subi des transformations, mais celles-ci sont attribuables à l'action de la chaleur à laquelle ils ont été soumis dans les maisons incendiées : tel est le cas de beaucoup d'objets d'argent, de pièces d'or, qui sont recouverts d'un enduit noir d'oxyde de cuivre. Il est possible que l'étude, que nous n'avons pas achevée, d'autres objets d'argent y indique l'existence de traces de soufre, mais cela ne nous fournirait pas une certitude au sujet du nuage du 8 mai, car depuis plusieurs jours on

---

[1] On a parlé de fragments de soufre recueillis dans les ruines de Saint-Pierre; ils n'ont rien de volcanique. Nous avons nous-mêmes trouvé, dans la zone périphérique, des fragments de soufre au voisinage de poteaux téléphoniques renversés; ils provenaient du scellement des isolateurs.

avait signalé, dans les maisons, au voisinage des fumerolles la sulfuration des objets d'argent.

» Les mêmes observations négatives peuvent être faites au sujet de la présence possible de l'acide chlorhydrique. Il faut noter en outre que les vêtements des blessés que nous avons pu voir ne portaient aucune trace de corrosion, ni de décoloration pouvant indiquer la présence de gaz acides.

» Il s'agit d'interpréter les causes de l'incendie. Nous devons tout d'abord éliminer l'hypothèse qui a été mise en avant et qui l'attribue à des décharges électriques. La présence d'éclairs sillonnant le nuage noir a été signalée par tous les observateurs, elle est incontestable. Des coups de foudre expliqueraient des incendies locaux, mais non l'embrasement général et simultané de toute la ville, ni celui de la végétation des flancs de la Montagne Pelée. Aucun phénomène de ce genre n'a été signalé à bord des navires, et nous n'avons recueilli aucune fulgurite dans les décombres de la ville; elles eussent été certainement nombreuses, si celle-ci avait été foudroyée en grand.

» Les actions calorifiques ont donc été produites par le nuage lui-même, et la question qui reste à résoudre est de savoir si sa température était originellement très élevée, s'il était constitué simplement par de la vapeur d'eau surchauffée mélangée à d'autres gaz inertes (acide carbonique, par exemple) et tenant en suspension des cendres et des lapillis à la même température qu'elle, ou s'il renfermait en outre des gaz combustibles s'enflammant au contact de l'oxygène. La présence de ceux-ci n'aurait rien d'anormal; on connaît en effet dans les émanations volcaniques, en fait de gaz combustibles, non seulement l'hydrogène sulfuré, mais encore l'hydrogène et des carbures d'hydrogène.

» Il est nécessaire d'admettre cette dernière hypothèse des gaz combustibles, d'une part si les flammes observées sur la ville et la campagne, à mesure que le nuage les touchait, ne sont pas dues à l'inflammation instantanée des objets combustibles au contact des produits gazeux et solides du nuage surchauffé, et d'une autre, s'il a véritablement existé des flammes dans le nuage (si ce qui a été décrit comme tel par certains témoins n'est pas constitué par les lapillis incandescents).

» La présence des gaz combustibles pourrait expliquer en partie les asphyxies, soit par raréfaction de l'oxygène de l'air, soit par action des résidus de la combustion; pour les asphyxies de la zone centrale, on peut facilement les expliquer, au moins en partie, par l'absorption des fines cendres chaudes tenues en suspension dans la vapeur d'eau.

» Nous réservons la discussion de cette question de la nature des gaz pour le moment où nous aurons le résultat de l'analyse de ceux que nous avons recueillis au cours de l'éruption actuelle et où nous aurons exécuté quelques expériences sur l'action de l'air et de la vapeur d'eau surchauffés sur les matières combustibles, expériences que nous nous proposons d'entreprendre.

» Il nous reste à rechercher d'où est partie l'explosion. On a vu plus haut qu'il existe une contradiction à cet égard dans les témoignages des personnes qui ont assisté au phénomène. M. Hill place la sortie de la poussée dans un orifice situé à environ 1000^{m} au-dessous du sommet, dans la haute vallée de la rivière Blanche. Cette opinion est basée sur le récit d'un officier du *Roraima,* qui a dit avoir vu le nuage partir de ce point. Elle est séduisante, car le point considéré est beaucoup plus rapproché de la ville de Saint-Pierre que le cratère, et il est situé sur la direction des fissures de la rivière Blanche. Mais, d'autre part, nous n'avons jamais vu sortir de cette région autre chose que les produits normaux des autres fumerolles de cette vallée (vapeur d'eau, hydrogène sulfuré), nous n'avons pas observé de sortie de cendres en ce point, et l'on a vu que le nuage destructeur était riche en ces matières. Il semble difficile d'admettre qu'une projection aussi violente que celle du 8 mai n'ait pas laissé à sa bouche de sortie d'importantes traces; or nous n'en avons pas observé de décisives. Il nous semble donc préférable de nous rallier à l'hypothèse faisant partir le nuage du cratère lui-même, bien que nous ne puissions pas en donner la démonstration. Celle-ci ne pourrait être faite que par l'étude de l'intérieur du cratère et par la constatation de l'existence de fissures de direction convenable. La plupart des témoins dont nous avons recueilli les récits n'hésitent pas à dire qu'ils ont vu ce nuage partir du sommet de la montagne et non pas de sa base.

» Quoi qu'il en soit des incertitudes que nous devons laisser sur ces divers sujets, il ne semble pas que l'éruption du 8 mai soit exceptionnelle par essence; elle paraît avoir tiré sa puissance destructive de la direction qu'ont prise les produits de projection, qui, au lieu d'être poussés verticalement, comme cela est généralement le cas dans les éruptions volcaniques, l'ont été obliquement (quelle que soit d'ailleurs l'hypothèse que l'on admette pour le point de sortie) et précisément dans la direction de cette malheureuse ville.

3° *Conclusions.*

» En terminant, nous résumerons rapidement les caractéristiques de l'éruption actuelle. Jusqu'au 31 juillet, date de notre départ de la Martinique, elle a consisté exclusivement dans une phase explosive, elle n'a produit aucune coulée de lave.

» On n'a constaté ni fente béante (en dehors du cratère), ni changement de niveau du rivage, ni affaissement ou soulèvement notables dans l'intérieur des terres, ni modifications appréciables des fonds au voisinage de la côte; aucune secousse importante de tremblement de terre n'a été ressentie; les grandes explosions ont été accompagnées d'une dépression barométrique subite et de petits ras de marée, parfois meurtriers, au Carbet et se faisant sentir jusqu'à Fort-de-France.

» Les blocs de lave incandescente n'ont été projetés qu'à quelques centaines de mètres du cratère, mais l'aire de distribution des cendres et des lapillis s'est étendue sur toute la Martinique, lors des grandes explosions.

» L'aire de dévastation complète a été, jusqu'au 31 juillet, limitée à une zone périphérique de 2^{km} à 3^{km} autour du cratère et à une zone comprenant toute la côte Ouest, entre l'îlot de la Perle et les premières maisons du Carbet.

» Une caractéristique importante de cette éruption réside dans la fréquence des poussées très denses de gaz et de vapeurs entraînant des cendres, qui ont coûté la vie à tant d'infortunées victimes. Les émissions boueuses ont été répétées et importantes, les manifestations électriques tout à fait remarquables.

» C'est au milieu de la zone dévastée, nettement dissymétrique par rapport au volcan, que se trouvent une grande quantité de fumerolles sulfhydriques, dans la direction du Sud-Ouest et dans le prolongement de la large brèche ouverte dans le haut de la Montagne Pelée.

» Ces fumerolles jalonnent, dans la vallée de la rivière Blanche, une direction de fissures se trouvant vraisemblablement sur la prolongation de la fente du cratère; c'est sans doute à la position et à la forme de celle-ci qu'est due la direction des poussées obliques en éventail auxquelles nous avons attribué la destruction de Saint-Pierre. Cette direction de fissures se prolonge dans la mer et doit être la cause de la rupture du câble sous-marin français.

» Des paroxysmes, séparés par des périodes de calme relatif, ont été

nombreux au commencement de l'éruption (8 mai, 20 mai, 26 mai, 6 juin), puis plus éloignés (9 juillet) [1]. Nous constatons que l'éruption se poursuit, *mais il ne saurait être question de faire aucune prédiction sur l'avenir.* L'histoire des volcans andésitiques du genre du Mont Pelé montre qu'ils se comportent dans leurs éruptions de façon différente; les grandes explosions, comme celle du Krakatoa, ou la production de coulées de laves sont dans tous possibles, mais non nécessaires.

» Il sera particulièrement utile, au point de vue de la sécurité de l'île (agrandissement possible vers le Nord et vers l'Est de la zone de dévastation), comme au point de vue scientifique, de suivre attentivement la marche ultérieure des événements et de voir si les fissures, se manifestant par des fumerolles, resteront localisées dans leur direction primordiale, ou bien si elles se continueront sur les flancs nord-est de la montagne, suivant un diamètre, ou encore se produiront en éventail dans diverses directions. Nous n'avons recueilli aucune indication à cet égard en dehors de l'existence de la sortie boueuse de Trianon et peut-être d'une autre dans la vallée de la Basse-Pointe; mais, comme elles n'ont pas fonctionné pendant notre séjour, nous n'avons sur elles aucun document personnel.

» Dans le cas où le volcan entrerait prochainement dans une phase de coulées, il est vraisemblable, d'après la disposition du cratère, que celles-ci s'épancheraient dans la vallée de la rivière Blanche, c'est-à-dire vers la mer, dans la région de dévastation maximum.

» Nous avons appelé plus haut l'attention sur les désastres produits par les torrents dans tout le massif de la Montagne Pelée; ils ont été la conséquence des condensations atmosphériques particulièrement intenses sur la Montagne Pelée pendant l'éruption, ou plus ou moins directement dus à des émissions d'eau boueuse. Il est certain que les phénomènes torrentiels survivront à l'éruption actuelle et seront à redouter aussi longtemps que les flancs du volcan, formés par des matières éminemment entraînables, seront déboisés. De toute façon, l'évacuation des habitations situées auprès de leur cours inférieur s'impose.

» Au moment où ce Rapport allait être déposé, parvient la nouvelle d'un nouveau désastre dans la partie est et sud-est de la Montagne Pelée. Les dépêches ne permettent pas encore de se faire une idée de leur étendue, de leur nature et de leur origine; mais, dans tous les cas, elles indiquent

---

(1) De nouvelles éruptions graves viennent de se produire : 25, 26 et 30 août.

une augmentation de l'activité du volcan et, ce qui est plus grave, le déplacement ou l'extension de la région dangereuse.

» La situation est donc aujourd'hui très différente de ce qu'elle était à la fin de juillet.

» Cet événement rend de plus en plus nécessaire une étude minutieuse et surtout continue d'une éruption qui s'aggrave d'une façon inquiétante.

» Il n'est pas douteux que l'évacuation du massif entier de la Montagne Pelée, que nous ne considérions pas comme indispensable il y a 1 mois, doit être aujourd'hui effectuée d'une façon complète et maintenue jusqu'à cessation des manifestations volcaniques.

» La surveillance devra désormais être des plus actives sur la limite méridionale du massif, surtout s'il était démontré, une fois les causes de cette dernière catastrophe déterminées, que l'éruption a été due à un nouveau cratère produit sur une fissure latérale.

» Les parties centrale et méridionale de la Martinique sont restées à l'abri de l'action immédiate du volcan; mais, comme on l'a vu plus haut, le littoral a eu à subir l'effet de ras de marée, chaque fois que s'est produite une violente explosion du volcan. Bien qu'une explosion beaucoup plus violente encore que toutes celles qui ont été constatées jusqu'à ce jour soit nécessaire pour déterminer par contre-coup des dommages importants à Fort-de-France, on ne saurait prendre trop de précautions contre un ras de marée éventuel. Du reste, lorsqu'on arrive pour la première fois à la Martinique, on est frappé d'étonnement en voyant la plupart des villes et des villages de la côte construits presque dans la mer ou dans des marais au niveau de celle-ci, alors que presque toujours, et en particulier à Fort-de-France, il eût été possible de bâtir sur les collines voisines toutes les constructions qui, par destination, ne réclament pas la proximité immédiate du rivage. Cette observation est une indication des mesures à prendre d'une façon aussi générale que possible, quand la période troublée actuelle sera parvenue à son terme.

» Notons, en terminant, que l'accumulation d'une grande quantité de réfugiés à Fort-de-France constitue à cet égard, ainsi qu'à beaucoup d'autres, un danger permanent et des plus sérieux. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la Lune.* Note de M. **H. Andoyer.**

« Comme application de mes recherches antérieures sur la longitude de la Lune, j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'expression analytique de la partie du coefficient de l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la Lune, qui ne dépend que du rapport m des moyens mouvements du Soleil et de la Lune. En désignant par n le moyen mouvement de la Lune, par e' l'excentricité de l'orbite du Soleil, par $e'_0 t$ la perturbation séculaire de cette excentricité, par $\frac{1}{2}\delta n t^2$ le terme en t^2 dans l'expression de la longitude moyenne de la Lune, j'ai trouvé, en profitant des beaux théorèmes de M. S. Newcomb et de M. E.-W. Brown, l'expression

$$\frac{\delta n}{n e' e'_0} = -3m^2 + \frac{3771}{2^5} m^4 + \frac{34047}{2^5} m^5 + \frac{306865}{2^4 . 3} m^6 + \frac{5701247}{2^6 . 3} m^7$$
$$+ \frac{1171993561}{2^{12} . 3^3} m^8 + \frac{8797791455}{2^{12} . 3^2} m^9 - \frac{4617290155813}{2^{14} . 3^5 . 5} m^{10} \ldots .$$

» Cette expression diffère, dans ses deux derniers termes, de celle qui a été donnée par Delaunay aux *Comptes rendus* (t. LXXII, 1871); les termes en m^9 et m^{10} de Delaunay sont, en effet,

$$-\frac{1373123345675}{2^{17} . 3^2} m^9 - \frac{5379482245633}{2^{14} . 3^2 . 5} m^{10};$$

on devait d'ailleurs s'attendre à cette divergence, puisque, comme je l'ai déjà plusieurs fois fait remarquer, les termes d'ordre élevé donnés par Delaunay dans sa *Théorie de la Lune* sont tous affectés de légères inexactitudes.

» En adoptant, comme Delaunay, les valeurs numériques 0,07480 et $-1270''$ pour m et $n e' e'_0$ (l'unité de temps étant le siècle julien), la formule que je propose donne $\frac{1}{2}\delta n = 5'', 700$, tandis que celle de Delaunay donne $\frac{1}{2}\delta n = 5'', 765$. En partant des mêmes valeurs numériques, M. E.-W. Brown a trouvé, par l'application d'un procédé empirique très ingénieux,

$$\frac{1}{2}\delta n = 5'', 70. »$$

ASTRONOMIE. — *Comète b 1902, découverte le 1er septembre par M. Périne et le 2 septembre, d'une manière indépendante, par M. Borrelly, à l'Observatoire de Marseille. Observations faites par MM.* **Borrelly** *et* **L. Fabry** (chercheur et équatorial d'Eichens), transmises par M. Stéphan.

Septembre.	Temps moy. de Marseille.	Δ en Æ.	Δ en ℗.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	⋆	Obs.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″			
2....	9.50.24	−1.19,84	−1.53,7	5:5	3.16.38,23	$-\bar{1},719$	54.48.31,4	−0,634	1	B.
2....	11.24. 1	−1.36,70	−4.13,4	4:4	3.16.34,22	$-\bar{1},711$	54.47. 0,6	−0,613	2	F.
3....	11.17.34	−3.36,99	+2.28,5	4:4	3.15.35,61	$-\bar{1},714$	54.22.14,5	−0,612	3	F.
4....	10.29.23	+3.17,93	−3.15,4	2:2	3.14.29,93	$-\bar{1},726$	53.56.58,2	−0,678	4	F.
5....	11. 1.33	−0. 2,11	+0. 7,8	5:5	3.13.14,22	$-\bar{1},725$	53.28.50,2	−0,618	5	B.

Étoiles de comparaison.

Étoiles.	Grandeur.	Ascension droite 1902,0.	Réduction au jour.	Distance polaire 1902,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	9	3.17.54,14	+3,93	54.50.26,0	−0,9	½ 4013, Paris + W_2, IIIh, 307-308.
2....	9	3.18. 6,99	+3,93	54.51.14,9	−0,9	314-315, W_2, IIIh.
3....	9	3.19. 8,62	+3,98	54.19.46,8	−0,8	335, W_2, IIIh.
4....	8	3.11. 7,94	+4,06	54. 0.15,2	−1,6	170, W_2, IIIh.
5....	8,5	3.13.12,23	+4,10	53.28.43,8	−1,4	6086 Lalande.

» *Remarque.* — La comète est assez brillante, elle a un noyau allongé et une queue de 8′ à 10′; le 2 vers 14h, le noyau paraît se dédoubler par instants et former deux petits noyaux arrondis. Le 3, la comète offre sensiblement le même aspect. Le 5, le noyau est plus diffus et l'éclat de la comète paraît diminuer sensiblement. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1902 b, faites à l'Observatoire de Besançon.* Note de M. **P. Chofardet**, transmise par M. Lœwy.

Dates. 1902.		Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	Δα comète.	Δ℗ comète.	Nombre de compar.
			h m s	m s	′ ″	
Septembre	3.....	*a*	15.16.48	+1.26,02	+ 7.26,8	12:9
	4.....	*b*	9.29.30	+0.35,60	−12.17,6	12:9
	5.....	*c*	12.32.50	−0. 7,50	− 1.20,0	9:3
	6.....	*d*	10.33. 2	+2.49,87	− 4.28,5	9:9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1902,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a..	Weisse$_2$, 225, III^h	3.13.53,78	+4,02	54.10.16,4	− 1,3
b..	Weisse$_2$, 225, III^h	»	+4,04	»	− 1,4
c..	rapp. à Weisse$_2$, 145	3.13.12,29	+4,11	53.28.47,3	− 1,4
d..	Paris, 3859	3. 8.58,65	+4,17	53. 5.45,0	− 1,9

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1902.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Septembre 3.........	3.15.23,82	$\bar{1}$,168$_n$	54.17.41,9	0,278$_n$
4.........	3.14.33,42	$\bar{1}$,683$_n$	53.57.57,4	0,781$_n$
5.........	3.13. 8,90	$\bar{1}$,616$_n$	53.27.25,9	0,504$_n$
6.........	3.11.52,69	$\bar{1}$,699$_n$	53. 1.14,6	0,683$_n$

» Le 3 septembre, la chevelure de la comète, mesurant environ 3′, a un noyau de 9e grandeur. Une queue, en forme de balai et de direction S.-O., se présente sur une longueur de 7′.

» L'observation du 5 septembre a été faite dans des interstices de nuages. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles et la théorie des ensembles.* Note de M. **Edmond Maillet**, transmise par M. Jordan.

« Nous avons antérieurement ([1]) défini des catégories de fonctions ne satisfaisant à aucune équation différentielle rationnelle, de même que Liouville ([2]) avait défini des catégories de nombres transcendants ne satisfaisant à aucune équation algébrique à coefficients entiers. M. Cantor ([3]) a obtenu un résultat analogue, mais moins parfait à certains égards, en se basant sur la théorie des ensembles : *L'ensemble des nombres algébriques est dénombrable, tandis que l'ensemble des nombres transcendants a la puissance du continu.*

([1]) *Journal de Mathématiques*, 1902, p. 37.

([2]) *Journal de Mathématiques*, 1851.

([3]) Borel, *Théorie des fonctions*, p. 26.

» On peut étendre presque immédiatement aux fonctions et aux équations différentielles rationnelles le théorème de M. Cantor. La solution générale de l'équation différentielle rationnelle générale $F=0$ d'ordre $\leqq k \leqq I$ et de degré $\leqq I$ en $x, y, y', \ldots, y^{(k)}$ aux environs de $x = 0$ dépend d'un nombre fini de paramètres arbitraires (théorème de Cauchy). L'ensemble des séries convergentes pour $x = 0$, jouissant même de certaines propriétés particulières (par exemple, l'ensemble des fonctions entières d'ordre fini ρ), dépend d'un nombre infini de paramètres arbitraires.

» Classons dans un même type les solutions ou les séries pour lesquelles les paramètres nuls ont les mêmes indices (les paramètres des séries étant convenablement choisis). Le nombre des types de solutions est dénombrable; le nombre des types de séries a la puissance du continu. Ces séries comprennent donc une infinité de séries qui ne sont solutions d'aucune équation $F = 0$.

» Il en sera de même pour l'ensemble des équations différentielles rationnelles en $x, \xi_1, \ldots, \xi_l, y, y', \ldots, y^{(k)}$ (l limité), $\xi_1, \ldots, \xi_l$ désignant des fonctions de x, les mêmes quel que soit x : par exemple $\log x$, $\log\log x, \ldots, e^x, e^{e^x}, \ldots, px, \zeta x, \ldots$.

» Il y a des extensions aux séries divergentes sommables. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés des enceintes fermées, relatives aux ondes électriques*. Note de M. **A. Turpain**, transmise par M. Mascart.

« Nous nous sommes proposé d'étudier les effets que l'emploi des enceintes fermées permet d'obtenir tant au point de vue de la pénétration des ondes à leur intérieur que de la concentration des ondes produites dans ces enceintes.

» Un dispositif producteur d'ondes ou transmetteur T peut être enfermé dans une caisse de bois tapissée d'étain, mesurant 30^{cm} de longueur, 22^{cm} de largeur et 20^{cm} de hauteur. Un dispositif récepteur R comprenant un cohéreur, un relais et une sonnerie, avec les éléments de pile nécessaires, peut être enfermé dans une enceinte métallique de même dimension que la précédente. Chaque caisse est percée d'une ouverture circulaire de 7^{mm} de rayon par laquelle on peut introduire un conducteur constitué soit par un fil nu, soit par un tube, soit encore par un câble sous plomb, de $10^{m},50$ de longueur.

» Les diverses expériences réalisées peuvent être ainsi résumées :

» 1° Chaque fois que T et R sont placés dans une enceinte métallique complètement close, il n'y a aucune action possible de T sur R (fait signalé antérieurement par M. Branly, *Comptes rendus*, 4 juillet 1898).

» 2° Si l'enceinte métallique qui contient R est munie d'une seule petite ouverture circulaire aux bords de laquelle s'adapte un tube conducteur qui vient déboucher dans l'enceinte contenant T, par une ouverture circulaire, sans que le tube touche les bords de l'ouverture de T, on ne constate aucune action de T sur R. Mais il suffit de découvrir l'enceinte contenant R pour que l'action ait lieu. Les ondes, qui ne pouvaient pénétrer dans l'enceinte munie du tube, se trouvent alors concentrées par le tube conducteur et peuvent agir sur le récepteur.

» On constate les mêmes phénomènes si, conservant les mêmes dispositions pour les enceintes et pour le tube qui les réunit, on permute les positions des dispositifs transmetteur et récepteur, plaçant le transmetteur dans l'enceinte qui contenait précédemment le récepteur et *vice versa*.

» 3° Alors que la communication entre les deux enceintes est impossible lors même qu'un tube conducteur relie les bords des ouvertures circulaires pratiquées dans chaque enceinte, l'action de T sur R se manifeste si le tube conducteur pénètre dans les enceintes sans en toucher le revêtement. Mieux encore, T agit sur R si le tube conducteur est muni suivant son axe d'un conducteur reliant les deux dispositifs.

» 4° Cette action de T sur R au moyen d'un câble à revêtement métallique peut avoir lieu, alors même que le câble est dénudé de son revêtement métallique sur une petite longueur, pourvu qu'il n'y ait pas communication entre le tronçon de câble allant vers le récepteur R et l'âme du câble. T agit sur R alors même que le tronçon provenant du transmetteur T est en contact avec l'âme du câble.

» Ces expériences indiquent les conditions dans lesquelles devront être placés les dispositifs producteur et récepteur d'ondes électriques pour être utilisés dans la télégraphie hertzienne avec fil, alors que le fil conducteur est constitué par un câble. Le revêtement métallique dont tout câble sous-marin ou souterrain est muni devra être continué autour du conducteur axial jusqu'au poste télégraphique. Les dispositifs de chaque poste devront être situés dans une enceinte métallique fermée mise en relation par une ouverture avec le revêtement du câble. Dans ces conditions, une concentration très puissante des ondes électriques sera obtenue, alors qu'elle serait impossible si les ondes passaient du conducteur axial au revêtement métallique du câble au point de la ligne où commence le câble. A partir de ce point, les ondes seraient disséminées dans le sol ou dans l'eau.

» Ces expériences peuvent fournir également quelques renseignements utiles relatifs à l'emploi des enceintes fermées en télégraphie sans fil. Il y aurait avantage, en particulier, à renfermer les organes transmetteurs,

d'une part, les organes récepteurs d'autre part, dans des enceintes métalliques closes, munies chacune d'une ouverture circulaire à laquelle viendrait aboutir un câble sous plomb mettant en relation chaque dispositif avec l'antenne. D'après les expériences faites, il ne doit y avoir aucun inconvénient à relier le revêtement du câble qui vient du transmetteur au conducteur même de l'antenne. En ce qui concerne le récepteur, la mise en contact du revêtement du câble avec l'antenne constituera une très efficace et très commode protection des organes récepteurs contre les ondes issues du poste. Il suffirait, au moment de la réception, de supprimer cette relation, assurée, par exemple, au moyen d'une bague mobile, tout en maintenant les dispositifs récepteurs dans leur enceinte métallique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouvel indicateur acidimétrique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« Parmi les produits qui se forment accessoirement dans la calcination de l'acide tartrique en présence de bisulfate de potassium on peut isoler un produit nouveau $C^7H^8O^3$, isomère de l'acide pyrotritarique auquel j'ai donné le nom d'acide *isopyrotritarique*. Les solutions ferriques communiquent à sa solution aqueuse une coloration violette intense. Cette coloration est due à l'isopyrotritarate de fer, combinaison cristallisée et bien définie $(C^7H^7O^3)^3Fe.2H^2O$ qui peut servir d'indicateur dans les mesures acidimétriques (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 586 et 618).

» Cet indicateur a une propriété curieuse qui n'a été signalée jusqu'ici pour aucun autre : *Il fournit à lui seul les indications que l'on obtient habituellement en employant successivement l'hélianthine (orangé III Poirier) et la phénolphtaléine.*

» Ce sel, très soluble dans l'eau, lui communique une teinte rouge brun presque noire en solution très concentrée. Par dilution, cette teinte devient rouge orangé puis jaune orangé.

» Les acides provoquent un virage de cette teinte vers le violet en solution concentrée, vers le rose violacé en solution étendue. *Ce virage correspond à celui de l'hélianthine, du jaune au rose.*

» Les alcalis, à leur tour, provoquent une sorte de décoloration de la liqueur jaune orangé ou plus exactement un virage de la teinte jaune orangé vers le jaune-paille. *Ce virage correspond à celui de la phtaléine du blanc au rose violacé.*

» L'existence de ces deux virages permet à cet indicateur de jouer à lui seul le rôle des deux autres. Pour préciser passons en revue quelques cas particuliers.

» 1° *Acide sulfurique.*—La neutralisation d'une solution sulfurique au moyen d'une solution de potasse normale exige N^{cm^3} de cette solution avec l'hélianthine comme indicateur et généralement une goutte ou deux de plus sont nécessaires pour amener la coloration de la phtaléine.

» Avec l'isopyrotritarate ferrique comme indicateur la coloration rose violacée due à l'acide vire au jaune orangé lorsqu'on a ajouté N^{cm^3} de potasse. Une goutte de plus détermine le virage au jaune-paille.

» 2° *Un acide moins énergique*, un acide organique par exemple, amène bien la teinte du sel ferrique au rose violacé, mais, si l'on procède au titrage, il faut utiliser le second virage, celui qui correspond à la phtaléine, et non le premier qui manque parfois de netteté, comme il arrive avec l'hélianthine.

» 3° L'*acide phosphorique* peut être titré au moyen d'hélianthine. Le virage se produit, comme on le sait, après l'addition de la première molécule d'alcali. La phtaléine est colorée après addition de la seconde molécule. Ce virage est généralement moins certain que le premier.

» Avec l'indicateur ferrique, le premier virage se produit exactement comme pour l'hélianthine après l'addition d'une molécule d'alcali et le second comme pour la phtaléine après l'addition de la seconde molécule d'alcali. Dans l'intervalle, la teinte de l'indicateur reste invariable et identique à celle qu'il a en solution dans l'eau pure.

» 4° On sait que l'*acide borique* peut être dosé en présence d'un acide fort en combinant l'emploi de l'hélianthine et de la phtaléine. On neutralise d'abord l'acide minéral en présence d'hélianthine; puis, ceci fait, on ajoute une certaine quantité de glycérine et l'on neutralise en présence de phtaléine l'acide borique, ce qui l'amène à l'état de borate BO^3H^2M.

» Dans les mêmes conditions l'indicateur ferrique présente son premier virage lorsque l'acide minéral est neutralisé et son second virage, toujours en présence de glycérine, lorsque l'acide borique est entièrement passé à l'état de borate monométallique BO^3H^2M.

» 5° Enfin, l'*acide carbonique* et les carbonates alcalins se comportent avec ce réactif comme avec les deux autres. L'acide carbonique et les bicarbonates ne modifient pas la teinte jaune orangé de neutralité (de même que pour l'hélianthine), mais le carbonate neutre provoque le virage alcalin (de même qu'avec la phtaléine). La liqueur alcaline employée aux titrages acidimétriques ne devra donc pas être carbonatée si l'on ne veut pas se heurter à des incertitudes analogues à celles qui résultent dans ce cas de l'emploi de la phtaléine.

» *Remarque I.* — Indépendamment des changements de teinte utilisés dans les exemples précédents il en existe encore un autre. Si une petite quantité d'un acide détermine l'apparition de la coloration violette, un léger excès le fait disparaître, ce qui se comprend d'ailleurs aisément, puisque l'acide isopyrotritarique lui-même est incolore. La teinte violette correspond à un équilibre entre cet acide et l'acide fort. Cet équilibre est rompu à l'avantage de l'acide minéral si celui-ci est en excès ou

même s'il est suffisamment concentré. Dans ce dernier cas, une simple dilution fait reparaître la teinte violette, atténuée bien entendu dans la mesure qu'exige la dilution.

» La disparition de la teinte violette se produit avec un excès d'acide qui varie avec sa nature; il peut même arriver que cet excès soit assez faible pour empêcher l'observation de la teinte violette. C'est le cas de l'*acide oxalique*, qu'on peut cependant titrer avec cet indicateur comme avec la phtaléine en utilisant son second virage du jaune orangé au jaune-paille sans percevoir à aucun moment la teinte violette.

» *Remarque II.* — On est actuellement d'accord pour dire qu'un milieu est neutre quand ni l'hélianthine, ni la phtaléine n'y rougissent, ces deux conditions étant nécessaires. On peut dire qu'un milieu est neutre quand il ne modifie pas la teinte propre jaune orangé de l'isopyrotritarate de fer, cette condition étant suffisante. A cet égard encore, l'indicateur ferrique suffit non seulement pour indiquer l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu, mais encore pour préciser sa neutralité, ce qui exige actuellement l'emploi combiné de deux indicateurs différents.

» En résumé, les observations précédentes, jointes aux justifications numériques dont le détail ne peut trouver place ici, nous autorisent à conclure que l'isopyrotritarate de fer se comporte comme indicateur titrimétrique complexe capable de suppléer à l'emploi combiné de l'hélianthine et de la phtaléine du phénol. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le corps interrénal des Plagiostomes.* Note de M. Ed. Grynfeltt, transmise par M. Alfred Giard.

« Le corps interrénal connu depuis les travaux de Retzius (1819) a attiré à plusieurs reprises l'attention des anatomistes; Semper, Leydig, Balfour, Chevrel et, plus récemment, Pettit, Diamare, Swale, Vincent, Kohn ont contribué à la connaissance de cet organe. Néanmoins il m'a paru nécessaire de mettre en lumière quelques points qui ont échappé aux auteurs précédemment cités.

» Presque toujours le corps interrénal a été considéré comme un organe impair et médian formé chez les *Squales* par un cordon plus ou moins allongé de substance jaunâtre, renflé par places, retréci ailleurs, parfois au point de se fragmenter en îlots distincts, et chez les Raies représenté souvent par plusieurs amas de substances disposés le long du bord interne des reins, mais quelquefois par une masse ovoïde unique.

» Des nombreuses dissections que j'ai faites en vue d'étudier la disposition anatomique de cet organe, il résulte que le corps interrénal doit être envisagé comme un organe pair. Cette disposition est évidente chez les Raies, et cela non seulement chez les diverses espèces du genre *Raja* que j'ai étudiées (*R. mosaïca, R. punctata, R. marginata, R. clavata*), mais encore chez celles où les auteurs n'ont signalé le plus souvent qu'une masse unique, telles que *Trygon* et *Torpedo*. Dans ces derniers

types, bien que la fragmentation ne soit pas dans certains cas aussi évidente que chez *Raja* et *Torpedo*, elle n'en existe pas moins; mais les petits fragments sont parfois réduits au point d'être à peine visibles à la loupe. Et comme ils existent toujours irrégulièrement disposés sur le bord interne de l'un et de l'autre rein, il en résulte que dans presque tous les cas, sinon dans tous, le corps interrénal est une formation paire, quoique non symétrique.

» Chez les Squales, la disposition paire de l'interrénal est beaucoup moins marquée et est souvent même méconnaissable. Néanmoins il est des cas où le cordon unique en apparence est interrompu, et où les deux extrémités voisines chevauchent l'une sur l'autre, ainsi que je l'ai observé quelquefois et que Diamare l'a représenté dans une de ses figures, si bien que, sur des coupes transversales passant à ce niveau, ce n'est plus un seul, mais deux interrénaux que l'on trouve entre les deux reins. Du reste, cette manière de concevoir l'interrénal comme un organe pair est en parfaite concordance avec les données de van Wijhe sur le développement de cet organe. Il a montré qu'à l'origine, chez les Squales, l'ébauche de l'interrénal est paire, mais que les parties qui en dérivent se fusionnent rapidement en une masse impaire. La disposition signalée chez les Raies indique que, dans l'immense majorité des cas, sinon dans tous, la parité primordiale de l'organe persiste chez elles toute la vie, tandis que chez les Squales elle se modifie le plus souvent au cours du développement. Mais, de l'examen attentif de certains cas, il résulte néanmoins que, dans ce groupe, l'interrénal doit aussi être considéré comme un organe typiquement pair.

» La structure du corps interrénal est celle d'une glande vasculaire sanguine. Ainsi que l'ont signalé les auteurs (Diamare, Swale, Vincent, Kohn), cet organe est essentiellement constitué par des cordons cellulaires flexueux, largement anastomosés entre eux de manière à former une sorte de réseau dans les mailles duquel est intriqué un réseau de capillaires sanguins volumineux. Un détail de structure de ces cordons n'a pas été signalé par ces auteurs, à savoir la présence à leur surface d'une mince membrane d'enveloppe absolument anhiste. Facile à apercevoir chez certaines espèces où elle est plus accusée (*Centrinà vulpecula, Myliobatis aquila*), elle se distingue, par des particularités de coloration, de la paroi des capillaires. Chez *Myliobatis*, elle forme souvent des cloisons de refend fort caractéristiques à ce point de vue.

» Dans la plupart des espèces ces cordons sont pleins. Chez *Myliobatis*, cependant, on voit parfois au centre de cordons coupés transversalement des espaces où les cellules ont été écartées les unes des autres par l'action des réactifs, de sorte qu'il y a là une espèce de lumière, à contours irréguliers. Ce fait est important à constater, car il indique une tendance à la production d'une cavité au centre des cordons. C'est une transition vers la structure vésiculeuse de cette glande que Pettit a décrite avec soin dans

le corps de Stannius de l'*Anguille*, corps que la plupart des auteurs considèrent comme l'homologue, chez les Téléostéens, de l'organe interrénal des Élasmobranches (Diamare).

» Les cellules de l'interrénal sont remarquables par leur teneur en graisse, qui s'accumule dans le cytoplasme sous forme de boules de grosseur très différente les unes des autres. La nature graisseuse de ce produit a été mise en doute à plusieurs reprises (Balfour, Chevrel). Dans le but de trancher la question, j'ai prié M. le professeur Ville d'examiner chimiquement ces organes. Des analyses faites par M. Ville et par M. Derrien, son préparateur, il résulte qu'il s'agit bien là d'une substance graisseuse, qu'ils sont arrivés à caractériser chimiquement.

» En outre, je dois signaler, chez certaines espèces, notamment chez *Zygaena malleus*, la présence dans le protoplasma de boules safranophiles, parfois assez volumineuses, apparaissant sur des coupes où la graisse a totalement disparu, après des lavages dans les essences.

» Les noyaux de ces cellules sont typiquement arrondis, mais ils se montrent souvent déformés par la présence de dépressions et d'encoches à leur surface : il s'agit sans doute là, ainsi qu'on l'a établi pour d'autres cellules sécrétantes, de modifications du noyau, liées au rôle qu'il joue dans les phénomènes sécrétoires des cellules. La chromatine souvent très abondante, présente dans certains cas des variations très grandes dans sa quantité et aussi dans ses affinités pour les matières colorantes. »

BOTANIQUE COLONIALE. — *Sur quelques plantes à caoutchouc de la côte occidentale d'Afrique*. Note de M. AUG. CHEVALIER ([1]), transmise par M. Guignard.

« Comme résultat des explorations scientifiques que le Gouvernement nous avait confiées en Afrique occidentale française, de 1898 à 1900 (mission du général de Trentinian au Soudan et mission économique du Sénégal), nous avons pu établir que tout le caoutchouc de ces régions était produit par une seule espèce de *Landolphia*, le *Landolphia Heudelotii* A. D. C. et qu'une espèce de *Ficus* de la côte sénégalaise, le *Ficus Vogelii* Miq., n'en produisait qu'une très faible quantité commerciale de qualité inférieure. Nous avions, au contraire, attendu de nouvelles observations pour nous

---

([1]) Je remercie mes collaborateurs, MM. Courtet et Martret, de la participation qu'ils ont apportée à ce travail.

prononcer sur les résultats des essais de plantations des essences à caoutchouc de l'Amérique méridionale.

» La nouvelle expédition scientifique que le Gouvernement et l'Institut nous ont chargé de diriger pour étudier les productions naturelles du bassin du Tchad a eu pour premier résultat de nous permettre de combler cette lacune et de commencer l'étude des espèces caoutchoutifères spéciales au Congo français et à l'Afrique centrale.

» Au Sénégal, les nombreux essais de culture du Céara (*Manihot Glaziowii*) ont donné de très médiocres résultats. Sans arrosages, les pieds cultivés aux jardins d'essais de Saint-Louis (jardin de Soz) et de Richard-Toll sont restés nains et chétifs après 4 ans d'existence. Dès la première année, la racine se tubérise, mais ne contient qu'une quantité très minime de latex. Aux jardins de Thiès (mission) et de Sédhiou (poste), ils ont crû plus rapidement. Des pieds âgés de 4 à 7 ans mesurent de 3^{m} à 5^{m} de hauteur, mais ils ne contiennent que très peu de latex, et ce dernier ne donne que peu de caoutchouc de qualité secondaire. Il est à remarquer que les Céaras de cette région sénégalaise sont dépourvus de feuilles environ 6 mois, c'est-à-dire pendant une grande partie de la saison sèche.

» Aux jardins d'essais de Camayen (Guinée française), de Libreville (Gabon) et de Brazzaville (Congo), où la quantité annuelle des pluies est beaucoup plus abondante, les Céaras ne perdent que partiellement leurs feuilles, ou les perdent complètement durant un mois ou deux. En revanche, leur développement est très rapide. Des Céaras semés au jardin de Brazzaville il y a 2 ans mesurent déjà 5^{m} de hauteur et ont un diamètre de $0^{m},20$ à 1^{m} au-dessus du sol. Aussi M. Luc recommande-t-il ce végétal comme arbuste d'avenue à cause de son développement rapide et de son feuillage épais.

» Malgré leur vigueur extraordinaire, les Céaras de ces stations de la zone forestière d'Afrique ne renferment, en toutes saisons, qu'une faible quantité de latex très aqueux qui, par coagulation à l'air, produit du caoutchouc de faible valeur. De plus, si l'on fait sécher l'écorce fraîche au soleil, on n'y retrouve plus le caoutchouc coagulé s'étirant en fils, comme dans les écorces sèches du *Landolphia* à caoutchouc. D'où impossibilité d'extraire du caoutchouc de l'écorce par les procédés Arnaud, etc.

» Il semble donc qu'il faut renoncer à la culture en Afrique du *Manihot Glaziowii* comme plante à caoutchouc.

» On a tenté également, à la côte occidentale d'Afrique, la culture de l'*Hevea brasiliensis* et du *Castilloa elastica*. Au Sénégal, les jeunes pieds de ces deux espèces sont morts très rapidement, le climat étant trop sec; mais, aux jardins d'essais de Camayen et de Libreville, ils ont acquis, après 3 ans de plantation, un beau développement.

» Ces arbres sont toutefois trop jeunes et trop peu nombreux encore pour qu'on puisse se prononcer sur leur avenir (1).

---

(1) Les jeunes pieds d'arbre à gutta (*Palaquium longifolium*) introduits en 1898

» Le caoutchouc du *Ficus Vogelii* Miq., dont nous avions signalé l'exploitation en 1899 et 1900, n'est plus exporté du Sénégal par le commerce. De qualité inférieure, il ne pouvait être vendu longtemps dans des conditions rémunératrices.

» Un autre *Ficus* du Sénégal, que nous avions signalé sous son nom indigène de *Dob Guinée*, donne un caoutchouc non commercial analogue à celui du *Ficus Vogelii;* M. le Professeur O. Warburg, de Berlin, a distingué cette espèce du *Ficus laurifolia* Bouché, dont elle est voisine, sous le nom de *Ficus laurifolioides* O. Warb. Nous l'avons observée cette année au Sénégal, à Conakry (Guinée française) et à Kotonou (Dahomey), toujours plantée le long des rues et autour des cases indigènes.

» Nous signalerons enfin une troisième espèce de *Ficus* qui semble se substituer, sur les bords de l'estuaire du Gabon, au *Ficus Vogelii* dont elle a les principaux caractères. Comme elle n'a pas encore été signalée, du moins à notre connaissance, nous en donnerons la description suivante :

» *Ficus pseudo-Vogelii* sp. nov., arbre de 8^{m} à 12^{m} de haut; extrémité des rameaux recouverte d'un feutrage épais de poils roux; feuilles coriaces, ovales-lancéolées, entières, cunéiformes à la base, arrondies, obtuses au sommet, longues de 15^{cm} à 25^{cm}, larges de 5^{cm} à 7^{cm}. Pétiole épais, long de 5^{cm} à 7^{cm}, creusé en dessus d'une fossette profonde, recouvert sur toute sa surface de petites écailles rousses apprimées et hérissé en outre, à la base, de poils raides de même couleur.

» Nervure médiane et nervures secondaires (au nombre de cinq à sept paires) saillantes en dessous, hérissées sur les côtés de poils blancs roussâtres. Fruits sessiles, serrés à l'extrémité des rameaux, de la taille d'une très grosse cerise, d'un rouge orangé à maturité, recouverts de longs poils blanchâtres apprimés. Libreville : assez commun à travers le village. Juillet 1902.

» Cet arbre n'est pas exploité par les indigènes, mais son latex donne un produit analogue au caoutchouc du *Ficus Vogelii.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la durée germinative des graines exposées à la lumière solaire.* Note de M. Victor Jodin, présentée par M. Dehérain.

« On attribue généralement à la lumière, surtout à la lumière solaire, une influence nuisible à la durée germinative des graines. Au cours des recherches que je poursuis sur la vie latente des graines j'ai fait quelques expériences pouvant indiquer si les rayons lumineux ont ou n'ont pas une

---

au jardin d'essais de Libreville ont disparu, à l'exception d'un exemplaire de belle venue.

action spécifique de cette nature, en dehors de celle qu'il faut attribuer à l'élévation de température qui les accompagne ordinairement et dont je me suis occupé précédemment ([1]). Ces expériences peuvent être classées en deux catégories :

» *a*. Celles où les graines placées en vase ouvert recevaient la lumière sous des écrans colorés.

» *b*. Celles où l'on opérait de même en tube scellé.

» Je ne parlerai ici que de ces dernières faites sur le cresson alénois.

» Voici la technique de ces expériences : on remplissait de graines le tiers ou la moitié de la capacité de tubes jaugeant environ 5^{cm^3}. Quelques-uns de ces tubes étaient enduits de vernis noir opaque ou de vernis blanc au sulfure de zinc phosphorescent. D'autres étaient disposés suivant l'axe de tubes plus larges et l'intervalle annulaire était rempli de différents liquides. Dans la plupart de ces tubes on faisait un vide plus ou moins complet sur les graines introduites dans leur état naturel ou préalablement desséchées. Dans ce dernier cas on assurait cette dessiccation en introduisant une pincée d'anhydride phosphorique dans l'extrémité des tubes façonnée en ampoule, communiquant par un étranglement avec la partie réservée aux graines. Tous ces tubes furent placés dans une serre, sur une tablette éclairée directement par le soleil plusieurs heures par jour. Des thermomètres convenablement placés permettaient d'observer les températures atteintes par les tubes au cours des expériences. Le maximum ne dépassa pas 50° et ne fut atteint qu'exceptionnellement.

» Dans ces conditions, toutes les graines *non desséchées* perdirent complètement leur pouvoir germinatif en quelques semaines d'été. De 100 il tombe à 0 au bout d'un mois ou deux. Que les tubes fussent opaques ou transparents, la résistance des graines a paru beaucoup plus dépendre de l'action calorifique que de l'action lumineuse.

» Celles qui ont résisté le plus longtemps étaient celles dont le tube les protégeait le mieux contre la chaleur.

» Il en va autrement avec les graines desséchées. Celles-ci paraissent résister plus longtemps, sinon indéfiniment.

» Le 27 mars 1896, un tube fut préparé avec acide phosphorique et graine sèche d'un pouvoir germinatif, alors, de 92 pour 100. Ce tube resta exposé au soleil jusqu'au 4 août 1902. A ce moment, le pouvoir germinatif était encore de 69 pour 100, bien que le vide n'ait pas été fait au moment du scellement.

» Cette circonstance n'a pu que nuire à la conservation du pouvoir germinatif.

» D'autres tubes préparés en même temps que le précédent pourront permettre de prolonger l'expérience. »

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 893.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 SEPTEMBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

AGRONOMIE. — *Culture du lupin jaune* (Lupinus luteus). Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy**.

« Nous avons déjà eu l'honneur, à diverses reprises, d'entretenir l'Académie des recherches que nous avons entreprises depuis plusieurs années sur la culture des Légumineuses; nous lui demandons aujourd'hui la permission de lui exposer nos études sur le lupin jaune, qui, dans l'est de l'Europe, rend de tels services, sur les terres pauvres, qu'on l'a souvent appelé la *plante d'or des sables*.

» Le lupin jaune a la réputation d'être essentiellement calcifuge, et, en effet, nous l'avons vu disparaître rapidement lorsqu'il a été semé dans des terres très calcaires de l'Yonne, du Puy-de-Dôme et aussi dans notre jardin du Muséum. Cependant, quand on analyse les cendres des lupins qui ont crû dans des terres variées, même pauvres en carbonate de chaux, on y trouve une quantité de chaux notable, de telle sorte qu'il semble que ce soit seulement une proportion considérable de cette base dans le sol qui empêche la réussite.

» Quand on a enrichi le sol de phosphate de potasse, le lupin jaune a en effet vécu dans une terre de Bretagne très pauvre en chaux, mais additionnée de $\frac{2}{100}$, de $\frac{5}{100}$ et même de $\frac{10}{100}$ de calcaire; il est devenu chétif quand la proportion de calcaire est montée à $\frac{1}{10}$; si l'on ne donne pas de phosphate de potasse, l'influence du calcaire est beaucoup plus fâcheuse, la récolte beaucoup plus faible, de telle sorte qu'il semble bien que c'est en retardant l'assimilation de l'acide phosphorique que le calcaire est surtout nuisible.

» Le sol du champ d'expériences de Grignon est assez riche en acide phosphorique pour que les engrais phosphatés n'y exercent habituellement aucune action, et, bien qu'il renferme $\frac{4}{100}$ de chaux, le lupin jaune y croît, fleurit et mûrit ses graines, mais il ne porte pas de nodosités sur ses racines et n'acquiert qu'un médiocre développement.

» Dans ces conditions, le lupin vit comme une Graminée en profitant des ressources du sol, elles lui fournissent les matières azotées qui lui sont indispensables; si, en effet, on le sème dans un sable stérile, en lui donnant seulement des engrais minéraux, il périt s'il n'apparaît pas de nodosités sur les racines, mais vit, au contraire, si l'on a donné, en même temps que les engrais minéraux, de l'humus extrait de la terre de jardin par l'action successive du carbonate de potasse pour le dissoudre et de l'acide chlorhydrique pour le précipiter.

» Les Légumineuses ont donc deux modes d'existence différents : elles vivent comme les Graminées en s'approvisionnant d'azote dans le sol, mais elles vivent aussi et atteignent un puissant développement quand elles portent sur leurs racines des nodosités peuplées de bactéries efficaces, qui font entrer en combinaison l'azote atmosphérique.

» Celles qui s'accommodent de la symbiose avec les lupins jaunes ne sont pas banales; c'est en vain qu'en employant la méthode d'inoculation de M. Bréal nous avons essayé de faire naître les nodosités, sur les racines du lupin jaune, en les piquant avec des aiguilles trempées dans des nodosités de luzerne, de vesce velue ou d'ajonc. A Grignon, deux parcelles très voisines portent, depuis plusieurs années, des lupins blancs dont les racines sont couvertes de nodosités et des lupins jaunes qui n'en ont pas; les bactéries de l'une des espèces ne conviennent donc pas à l'autre.

» Nous avons vu cependant les nodosités apparaître sur les racines de lupins jaunes ensemencés dans du sable mélangé à de la terre de bruyère, à de la terre provenant de Bretagne, à de la terre de la station de Chimie végétale de Meudon; mais, tandis que sur celle-ci les lupins blancs et bleus prennent un très beau développement, les bactéries qu'elles renferment n'exercent qu'une très médiocre action sur le lupin jaune.

» Tandis que les plantes qui ont crû dans la terre de Bretagne, ou dans le sable additionné de terre de bruyère et d'engrais minéraux, pèsent, après dessiccation, de 2^g à 3^g, il en a été tout autrement des lupins que nous avons recoltés sur une terre provenant de l'École d'Agriculture de Genouillac dans la Creuse.

» Cette terre est très forte et paraissait ne pas convenir au lupin jaune,

la plante des sables; mais elle était très peu chargée de chaux, aussi l'avons-nous ensemencée; elle a été très favorable, comme le montre le Tableau ci-après :

LUPINS JAUNES RÉCOLTÉS EN JUILLET 1902.

Numéros des vases.	Engrais distribués.	Nombre de pieds.	Récolte verte totale.	Récolte sèche.	Nombre de gousses.	Poids d'un pied moyen sec.
	1° *Terre de Genouillac* (*Creuse*).					
221	5g phosphate de potasse........	5 — 1 avorté	267g	45g	45	9g
222	» »	5 — 2 avortés	310	40,5	49	8,5
223	5g phosphate de potasse, 2g sulfate de chaux..............	8	300	45	44	5,5
224	5g phosphate de potasse, 2g sulfate de chaux..............	8	365	54,2	51	6,7
225	15g scories de déphosphoration ..	8	260	40,2	44	5
226	» » ..	8	280	42	28	5,2
227	5g phosphate de potasse, 2g sulfate de magnésie...........	7	335	44,2	51	6,3
228	5g phosphate de potasse, 2g sulfate de magnésie...........	8	315	44,2	40	5,5
229	5g phosphate de potasse, 2g sulfate de chaux, 2g carbonate de magnésie.................	7	260	34,6	28	5
230	5g phosphate de potasse, 2g sulfate de chaux, 2g carbonate de magnésie.................	8	330	45,0	46	5,6
	2° *Terre de Bretagne, Saint-Briac* (*Ille-et-Vilaine*).					
56	15g scories en 1901, 15g sulfate de potasse en 1902.............	7	186	26,7	34	3,8
	3° *Terre de Grignon* (*Seine-et-Oise*).					
71	$\frac{10}{100}$ de terre de Bretagne........	7	72	10,2	16	1,7
285	$\frac{10}{100}$ de terre de la Creuse.......	8	55	7,5	11	1,1

» On voit que nous avons semé les lupins dans trois terres différentes : dans la terre de Grignon, malgré le mélange avec la terre de Bretagne ou la terre de la Creuse, les récoltes ont été misérables : un pied sec pèse en moyenne 1g,1 ou 1g,7; dans la terre de Bretagne, les résultats sont meilleurs : un pied sec pèse 3g,8; ceux qui ont crû sur la terre de la Creuse atteignent 5g, 6g, 8g et même 9g.

» On jugera des différences que présentent ces récoltes par la photographie que nous mettons sous les yeux de l'Académie ([1]).

» Au point de vue physique, la terre de Genouillac est très inférieure à la terre de Bretagne; elle est moins filtrante, plus compacte, plus lourde; nous avons choisi, pour établir la comparaison, les lupins les meilleurs qui aient crû sur la terre de Bretagne; elle est en expériences depuis plusieurs années et n'a jamais donné de récoltes plus fortes que celles de 1902.

» Nous ne voyons d'autre raison à invoquer, pour expliquer la supériorité des lupins de la Creuse, que la nature des bactéries fixées sur la racine des lupins qui y ont crû. Les nodosités dont elles provoquent l'apparition sont nombreuses à la partie supérieure de la racine, elles sont assez fortes et parfois pressées les unes contre les autres; celles qui naissent sur les racines des lupins de la terre de Bretagne sont plus écartées, de dimensions inégales; elles descendent souvent jusqu'à la partie inférieure de la racine.

» Il importe donc de bien noter les points suivants :

» Non seulement toutes les espèces de bactéries susceptibles de donner des nodosités sur les racines des Légumineuses ne sont pas capables de se fixer sur les racines des lupins jaunes, mais en outre celles qui font apparaître des nodosités sont très inégalement efficaces; les unes, Genouillac (Creuse), provoquent une végétation luxuriante; d'autres, Saint-Briac (Ille-et-Vilaine), ne soutiennent que médiocrement la végétation, mais sont encore supérieures à celles qui apparaissent parfois sur les lupins croissant dans la terre de Grignon inoculée.

» Nous avons déjà observé des faits analogues dans nos expériences sur les lupins blancs, qui portent parfois des nodosités garnies d'espèces favorables et parfois d'espèces parasites ([2]).

» *En résumé*, des longues études que nous avons consacrées aux lupins jaunes découlent les conclusions suivantes :

» 1° Bien que le lupin jaune soit en général considéré comme une plante vivant dans le sable, il prospère également dans les terres fortes;

» 2° Il supporte de faibles doses de calcaire dans les terres neutres, mais périt si l'on introduit le calcaire dans une terre acide comme la terre de bruyère;

([1]) Elle paraîtra, avec le détail des six ans d'expériences, dans le Cahier de septembre 1902 des *Annales agronomiques*, t. XXVIII, n° 9.

([2]) *Annales agronomiques*, t. XXVI, p. 57; *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 20 et 465.

» 3° Quelle que soit sa station nous avons toujours trouvé dans ses cendres une forte proportion de calcaire;

» 4° Il vit, fleurit et mûrit ses graines dans un sol renfermant 4 centièmes de chaux; dans ces conditions il n'a pas porté de nodosités sur ses racines et n'a jamais acquis qu'un médiocre développement;

» 5° Sa croissance est meilleure dans des terres sans calcaire, parfois cependant il n'y rencontre que les germes de bactéries produisant des nodosités, mais peu efficaces et les récoltes sont encore médiocres;

» 6° Elles ne sont luxuriantes que si les terres renferment des bactéries d'une espèce tout à fait favorable à la symbiose, comme celles que nous avons rencontrées dans la terre de Genouillac (Creuse). C'est dans ces conditions que le lupin jaune rend de grands services, qu'il soit employé à la nourriture des chevaux ou des moutons ou enfoui comme engrais vert.

» Si l'on veut tenter la culture du lupin jaune, sur des terres sans calcaire, il sera bon d'en semer sur de petites surfaces; si la réussite n'est que médiocre, il n'y a guère de chance de l'améliorer par des apports de terre, car toutes les tentatives que nous avons faites n'ont donné que de très médiocres résultats ou même ont échoué complètement. »

ASTRONOMIE. — *Sur la surface focale principale de l'objectif de l'équatorial photographique de l'Observatoire de Toulouse.* Note de MM. **B. Baillaud** et **Montangerand.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 2 juin, l'un de nous a donné les premiers résultats d'une statistique concernant la distribution des étoiles dans les clichés de la Carte photographique internationale obtenus par M. Montangerand, à Toulouse. Des circonstances majeures ayant retardé l'étude complète que M. Montangerand se propose de faire de la forme de la surface focale principale de son objectif, il a paru convenable de publier les résultats acquis à ce jour.

» La statistique a été faite, carré par carré de 5^{mm} de côté, de 108 clichés et de 94 Cartes héliogravées correspondant à 94 de ces 108 clichés. La statistique des 108 Cartes sera donnée dans une étude complète, quand les 108 Cartes seront toutes tirées.

» En raison de la symétrie, on a superposé les carrés de la moitié inférieure de chaque cliché à ceux de la moitié supérieure, en repliant, en

quelque sorte, le cliché autour de l'axe horizontal qui passe par son centre. On a superposé ensuite la moitié de droite sur celle de gauche, en repliant autour du cercle horaire passant par le centre. Enfin, on a replié le carré ainsi obtenu autour de celle de ses diagonales qui passe par le centre.

» Dans ces conditions, le nombre le plus bas du Tableau ci-dessous indique la moyenne des nombres d'étoiles trouvés dans les carrés voisins du centre. Les nombres de la colonne verticale de droite donnent les moyennes concernant les deux rangées horizontales et les deux rangées verticales qui passent par le centre. Chaque nombre de la ligne horizontale supérieure est la moyenne des nombres d'étoiles de huit carrés placés symétriquement sur le contour du cliché.

143	161	179	189	191	207	227	245	242	248	**265**	**266**	**270**
	175	195	206	213	225	243	264	**256**	**271**	281	287	287
		213	227	232	263	**267**	**296**	298	298	322	321	322
			249	255	**265**	287	305	306	319	338	339	332
				270	288	312	324	331	349	348	349	352
					298	318	336	342	359	356	378	362
						351	357	373	370	377	382	**382**
							367	374	376	**390**	**387**	390
								388	**387**	403	392	379
									412	387	390	385
										378	395	394
											370	390
												390

» M. Montangerand, conformément aux décisions du Congès astrophotographique, s'était toujours efforcé d'obtenir la mise au point à une distance d'environ 33 minutes d'arc du centre, c'est-à-dire à égale distance du centre et du bord. Un cercle concentrique au cliché, et ayant ce rayon, passe à travers les carrés correspondant aux quatre nombres écrits en chiffres anglais. On voit qu'il passe vers la région où le nombre des étoiles est maximum. Un cercle ayant 65 minutes d'arc de rayon, et, par suite, inscrit dans le carré limitant le cliché, s'étend vers les carrés correspondant aux nombres en chiffres gras. A cette limite, la diminution du nombre des étoiles est sensible; elle correspond à peu près à la perte d'une demi-grandeur. Dans les angles, la perte est considérable et atteint une grandeur et demie. Il ne faut pas oublier que l'inconvénient de cette perte est bien atténué par ce fait que les clichés de la seconde série ont précisément pour centres les angles de ceux de la première.

» Il y aurait, sans doute, intérêt à faire la mise au point à 45 minutes du centre. On gagnerait un nombre sensible d'étoiles, sans perdre beaucoup au centre. Mais on peut penser qu'il y aurait inconvénient, pour l'objectif de Toulouse, à faire la mise au point tout au bord. On gagnerait beaucoup d'étoiles, mais des étoiles dont les images seraient moins bonnes, et l'on perdrait un nombre sensible d'étoiles centrales, celles dont les images sont les meilleures.

» M. Montangerand a fait, les 3, 4, 5 et 11 juin, des clichés spéciaux pour l'étude de la forme de la surface focale principale. Regardant cette surface comme sphérique, il lui a trouvé un rayon d'environ $1^m,25$. Ce nombre n'est que provisoire. La question est trop intéressante pour n'être pas l'objet d'une étude minutieuse. Les résultats de cette étude seront publiés dès qu'il sera possible à M. Montangerand de la terminer. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une traduction allemande d'un Ouvrage de M. *Adolphe Minet*, portant pour titre : « Die Gewinnung des Aluminiums und dessen Bedeutung für Handel und Industrie ».

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches rejetées par l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.* Note de M. **A. Lacroix**.

« Au cours de notre mission à la Martinique, nous avons recueilli une très grande collection des produits de tout genre, provenant de l'éruption actuelle; obligé de repartir immédiatement pour suivre de près la marche de celle-ci, j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un aperçu sommaire de la constitution minéralogique des roches rejetées par le volcan depuis les premières explosions jusqu'au 31 juillet.

» On a vu dans une Communication antérieure que, jusqu'à présent, il ne s'est produit à la Montagne Pelée aucune coulée de lave, mais que de nombreux blocs de roches sont projetés du cratère. Pendant la nuit, grâce à leur incandescence, on les voit rouler à la surface d'un talus qu'elles édifient par leur accumulation en haut de l'échancrure ouverte au sud-ouest dans le haut de la Montagne Pelée. Tandis que les cendres ont été

abondamment rejetées des côtés ouest et sud-ouest du cratère dans la plupart des éruptions et qu'elles ont atteint toute la surface de l'île lors des grandes explosions, les blocs volumineux, au contraire, sont restés localisés sur les crêtes et sur les flancs de la Montagne Pelée, dans un rayon de 800^m environ à partir du cratère. C'est là qu'ont été recueillis les échantillons étudiés. J'ai éliminé pour l'instant tous les matériaux récoltés loin du cratère, dans la vallée de la rivière Blanche, où ils sont mélangés à des roches souvent très analogues, provenant des éruptions anciennes qui ont édifié la Montagne Pelée.

» Les roches produites par l'éruption actuelle ([1]) offrent des caractères extérieurs fort variés; ce sont : 1° des roches compactes, vitreuses, d'un gris noir, constituant des blocs fragiles parfois énormes; tels sont ceux qui ont été projetés dans l'ancien lac des Palmistes et sur les pentes est de la montagne, antérieurement au 29 juin, date de notre première ascension; quelques-uns d'entre eux sont de véritables obsidiennes; 2° des bombes de toute taille, de couleur plus claire que les précédentes; présentant de profondes et sinueuses fentes de retrait sur toutes leurs faces (observées par nous après le 9 juillet); 3° des blocs anguleux de ponce blanche, pouvant atteindre plus de 1^{m^3} (éruption du 9 juillet).

» Un examen sur le terrain permet déjà de voir que ces roches, si différentes en apparence, ne constituent en réalité que des variations d'un même type pétrographique.

» En brisant un grand nombre de bombes à fissures de retrait, j'ai recueilli toute une série d'échantillons dans lesquels on trouve, de la périphérie au centre, tous les passages entre le verre compact qui constitue leur croûte et la ponce la plus poreuse.

» L'examen microscopique confirme cette première impression. La composition minéralogique de ces roches est celle que faisait prévoir l'étude des cendres du 3 mai dont j'ai entretenu antérieurement l'Académie ([2]). Ce sont des andésites à hypersthène, riches en phénocristaux et devant aux conditions rapides de leur refroidissement une pâte presque toujours plus ou moins complètement vitreuse.

» Les phénocristaux sont constitués par des plagioclases (série des andésines aux bytownites) très zonés, à formes nettes. Ils prédominent

---

([1]) Je ne m'occupe pas dans cette Note des blocs de roches volcaniques anciennes (enclaves) arrachés aux parois de la cheminée.

([2]) *Comptes rendus*, 2 juin 1902.

sur les éléments colorés dont le principal est l'hypersthène, accompagné de titanomagnétite avec fréquemment, en outre, une petite quantité d'augite, de hornblende (parfois en partie résorbée en un mélange d'hypersthène, de magnétite et de plagioclases) et d'olivine ([1]).

» La matière vitreuse est le plus souvent incolore et limpide; elle renferme quelques cristallites aciculaires d'hypersthène, mais souvent et particulièrement dans le centre des bombes refroidies moins rapidement que leur extérieur; cette matière vitreuse est trouble, criblée de cristallites irréguliers de feldspath et d'hypersthène, ainsi que de ponctuations de magnétite.

» Les ponces ne se distinguent des types vitreux compacts que par l'existence de très larges bulles aux parois étirées. La dilatation des gaz dans cette matière visqueuse a souvent, en outre, déterminé la rupture d'une partie des phénocristaux de la roche.

» Ces andésites compactes ou ponceuses sont fréquemment hétérogènes; elles présentent alors des lits interrompus, dans lesquels la matière vitreuse est inégalement colorée et souvent aussi irrégulièrement dévitrifiée; c'est particulièrement le cas pour des ponces rubanées dont tous les éléments cristallins sont formés par des fragments brisés et anguleux de phénocristaux réunis par du verre; il me semble probable que ces roches résultent de l'agglutination par la chaleur de cendres retombées dans le cratère.

» La forme anguleuse des blocs et des menus fragments des ponces du 9 juillet fait penser qu'ils ont été produits par la rupture d'une croûte scoriacée solide formée à la surface du magma monté dans le cratère.

» Quant aux bombes à fissures de retrait, elles proviennent probablement de portions plus profondes du magma projetées à une température plus élevée. La rapidité de leur refroidissement pendant leur trajet aérien a déterminé la consolidation brusque de leur croûte externe et l'expulsion des gaz qui y étaient dissous. On s'explique ainsi leur structure vitreuse, l'absence de quantité notable de bulles gazeuses, enfin la présence des fissures de retrait creusant toutes les faces des blocs projetés.

» Il est arrivé fréquemment que le refroidissement n'a pas été assez rapide pour permettre la consolidation simultanée de toute la bombe;

([1]) La proportion du minéral magnétique est très faible; la teneur en oxyde de fer est en moyenne de 5 à 6 pour 100, et une portion notable en est absorbée par les minéraux ferromagnésiens.

dans ce cas, après la consolidation de l'écorce externe, le centre de la bombe restant visqueux pendant quelque temps, les gaz, mis en liberté au cours de son refroidissement, ont pu déterminer en se détendant la production de nombreuses bulles et donner naissance ainsi à la structure ponceuse; c'est ainsi que peut être expliqué le mode de formation des bombes compactes à la périphérie et ponceuses au centre.

» L'étude minéralogique et chimique des roches que nous venons de décrire conduit à cette conclusion que si le volcan entrait dans une phase de coulée, il produirait des andésites identiques à celles que l'on trouve en place dans le massif de la Montagne Pelée et qui ont été formées au cours des éruptions antérieures à la découverte de la Martinique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les différences de potentiel au contact.* Note de M. **Pierre Boley**, transmise par M. Mascart.

« Voici une classe de piles qui semblent pouvoir fournir la valeur du contact électrique de deux métaux. Associons les amalgames saturés des deux métaux considérés avec deux électrolytes convenablement choisis. Dans la chaîne amalgame M | liquide L | liquide L' | amalgame M', ainsi constituée, la différence de potentiel totale E en circuit ouvert est la somme des contacts électriques, ou symboliquement

$$E = M|L + L|L' + L'|M' + M'|M,$$

d'où, pour le contact des deux amalgames,

$$M'|M = E - [M|L + L|L' + L'|M'].$$

On simplifie la mesure en rendant L | L' négligeable par le choix des électrolytes L et L', de sorte qu'il reste

$$(1) \qquad M'|M = E - [M|L + L'|M'].$$

Pour avoir un contact L | L' négligeable, on forme les liquides L et L' avec deux solutions identiques du même acide, et, à l'exemple de Rothmund et de Meyer [1], chacune de ces solutions est additionnée d'une trace du sel de même anion du métal adjacent, pour donner des contacts M|L bien définis. Ainsi, on prend pour L une solution normale de SO^4H^2 addition-

[1] *Zeitschrift*, t. XV, 1894, et *Wied. Ann.*, t. LVI, 1895.

née de SO^4M à la concentration $\frac{1}{100}$ normale; de même, pour L′, une solution normale de SO^4H^2 additionnée de SO^4M' à la concentration $\frac{1}{100}$ normale. Au cas où un sulfate est presque insoluble, on en sature la solution d'acide sulfurique. La formule classique de Planck sur le contact des mélanges d'électrolytes indique pour les différences de potentiel au contact des liquides précédents des valeurs inférieures à un millivolt.

» E se mesure à l'électromètre, par la méthode habituelle de compensation. M | L et L′ | M′ se déterminent par la méthode du maximum de tension superficielle, avec un électromètre capillaire, qui, pour les amalgames saturés, doit être construit avec une pointe peu capillaire. J'obtiens satisfaction avec un électromètre vertical, dont la pointe a un diamètre minimum de $0^{mm},25$ et se rapproche de la forme hyperboloïdale qui correspond à l'équilibre indifférent du ménisque, c'est-à-dire à une sensibilité infinie [1]. Cet instrument, qui soutient seulement environ $2^{cm},7$ d'amalgame, a une sensibilité de $\frac{1}{10^5}$ volt avec le mode ordinaire d'emploi et il accuse moins de $\frac{1}{10^4}$ volt avec les divers amalgames, à condition de viser le ménisque sous un grossissement de 840. Il est associé à un manomètre à eau, donnant $\frac{1}{100}$ de millimètre.

» J'ai étudié provisoirement les piles formées d'amalgames de métaux usuels associés à l'acide sulfurique; les contacts de ces amalgames entre eux sont de quelques millivolts, valeurs qui sont de l'ordre des erreurs d'expérience. Pour le contact argent-mercure, la disposition est plus simple et la mesure plus nette, car la pile employée n'a qu'un liquide; la chaîne est amalg. : Ag | SO^4H^2 normal + SO^4Hg^2 en excès | Hg. On observe que

$$E = +\,0^{volt},002, \qquad M \mid L = +\,0^{volt},926, \qquad L \mid M' = -\,0^{volt},925,$$

d'où, d'après (1),

$$M' \mid M = +\,0^{volt},001.$$

» Cette valeur est inférieure aux erreurs expérimentales possibles; donc, si le contact de ces métaux est certainement de l'ordre du millivolt, sa valeur absolue ne sera connue que par des mesures beaucoup plus précises que celles qu'on sait faire actuellement. »

---

(1) *Bull. Soc. sc. et méd. de l'Ouest*, t. XI, 1902.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique des corps peu conducteurs aux très basses températures.* Note de M. **Edmond van Aubel**, transmise par M. G. Lippmann.

« La résistivité électrique des métaux et des alliages aux très basses températures a été mesurée par Dewar et Fleming et par d'Arsonval. Elle diminue considérablement à mesure que l'on s'approche du zéro absolu des températures.

» Il m'a semblé utile d'examiner comment varie aux très basses températures la résistance électrique des corps peu conducteurs, tels que certains sulfures et oxydes, dont la conductibilité électrique augmente par une élévation de la température, entre 0° et + 100° C.

» Un Mémoire sur la conductibilité électrique des poudres comprimées vient d'être publié par M. Frantz Streintz; les résultats de ces recherches ont été communiqués le 6 mars dernier à l'Académie des Sciences de Vienne. Cette circonstance m'engage à faire connaître, dès maintenant, les résultats que j'ai déjà obtenus, afin de prendre date (¹).

» J'ai étudié un échantillon de pyrite FeS^2 très homogène, qui m'avait été fourni par M. le Dr Krantz, de Bonn. Ce sulfure avait été taillé sous la forme d'un prisme ayant une section de $3^{mm^2},93 \times 3^{mm^2},98$ environ. Celui-ci était fixé dans des pinces en laiton; la résistance électrique était mesurée à l'aide du pont de Wheatstone.

» Pour réaliser les températures + 19° C. et au-dessus, j'ai placé la tige de pyrite dans un bain d'huile. La température — 75°,5 était produite par le mélange d'éther et de neige d'acide carbonique, convenablement protégé contre les absorptions de chaleur. En agitant constamment ce liquide, on a observé également à des températures comprises entre — 75° et — 20°. Celles-ci étaient mesurées au moyen du thermomètre à toluol étalonné à l'Institut physico-technique de Charlottenbourg-Berlin. Enfin, les expériences ont été faites encore dans l'air liquide contenu dans un vase argenté, à doubles parois et cylindrique, d'après Dewar. Un thermomètre au pentane commercial, construit par C. Richter de Berlin, sur les indications de Rudolf Rothe, et étalonné aussi à l'Institut de Charlottenbourg, donnait la température du bain d'air liquide (²).

» Voici les résultats des mesures des résistivités, dans l'ordre où ils ont été obtenus :

(¹) Au sujet de la résistivité des sulfures métalliques aux températures élevées, voir J. Guinchant, *Comptes rendus*, séance du 26 mai 1902, p. 1224.

(²) *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, juin 1902, p. 192.

Températures.	Résistances électriques du prisme, en ohms.
°C.	
+ 20,0	10,96
+ 42,75	9,45
+ 60,3	8,48
+ 30,8	10,18
— 75,2	23,41
— 61,3	21,18
— 40,6	17,72
— 24,3	15,60
+ 18,9	11,27
— 181	74,20
3 jours après : + 20,1	11,23

» La résistivité de la pyrite est donc 1,513 ohm-centimètre à la température de + 20° C. Elle augmente toujours notablement à mesure que la température devient plus basse, mais, dans l'air liquide, la pyrite conduit encore l'électricité.

» Si l'on trace la courbe qui exprime la variation de la résistance électrique avec la température, on trouve que la quantité $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ est d'autant plus grande que l'on s'approche davantage du zéro absolu. Enfin, après avoir été refroidi dans l'air liquide, le sulfure a repris à peu près sa résistance électrique primitive à + 20°,1 (1).

» Des expériences, relatives aux sulfures de plomb et d'argent fondus, et au sulfure de cuivre, sont actuellement en cours d'exécution. »

ÉLECTRICITÉ. — *A propos de la Note de* M. Th. Tommasina, *Sur le mode de formation des rayons cathodiques et des rayons de Röntgen* (2). Note de M. **Jules Semenov**.

« Pour vérifier les conclusions que j'ai énoncées dans une de mes Notes communiquées à l'Académie sur la production des rayons X, M. Tommasina a entrepris une série d'expériences dont les résultats seraient en désaccord avec les miens.

» J'avais dit (3) que l'anticathode n'émet des rayons X que si elle porte

(1) L'air liquide qui a servi dans mes recherches m'a été obligeamment remis par M. A. Stiefel, directeur de la Société anonyme des frigorifères d'Anvers. Qu'il me soit permis de lui adresser ici mes remercîments, ainsi qu'à M. le Dr Krantz.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXXV, 1902, p. 319.

(3) *Comptes rendus,* t. CXXXIII, 1901, p. 217.

une charge électrique; que, reliée au sol, elle n'engendre presque pas de ces rayons. J'admets donc que la présence d'une charge électrique sur la surface exposée aux rayons cathodiques constitue une condition nécessaire à la production des rayons X. M. Th. Tommasina trouve que *la réflexion diffuse du flux anodique seule est suffisante pour donner naissance aux rayons cathodiques et aux rayons de Röntgen, et que le phénomène a lieu même avec l'anticathode reliée au sol.*

» Dans les expériences de M. Th. Tommasina, la cathode d'un tube bianodique était reliée, par l'intermédiaire d'une décharge sur l'eau, au pôle positif d'une bobine d'induction, l'anode et l'anticathode se trouvant en communication avec le sol. Dans ces conditions, le tube fonctionne pour ainsi dire à l'envers, la cathode faisant office d'anode et l'anticathode étant transformée en cathode. Bien que cette dernière soit, d'une façon ou d'une autre, reliée au sol, elle porte toujours une charge électrique suffisante pour se manifester par une petite étincelle lorqu'on approche le doigt de la tige émergeant du tube. Cette anticathode se comporte donc comme une cathode ordinaire dans un tube fonctionnant dans les conditions habituelles. Aussi, est-il naturel qu'elle émette des rayons cathodiques et des rayons X.

» Si, par contre, le tube bianodique fonctionne comme d'habitude, c'est l'anticathode reliée à l'anode qui émet le plus de rayons X, bien qu'elle se trouve en dehors de l'action du flux anodique. En revanche, elle reçoit le flux cathodique qui provoque l'émission des rayons de Röntgen. Mais, je le répète, la condition nécessaire à la production de ce phénomène est la présence d'une charge électrique sur la surface d'émission. En eût-il été autrement, MM. J. Perrin et J.-J. Thomson ne se seraient pas trouvés en mesure de constater le transport d'électricité négative par les rayons cathodiques. En effet, si, dans leurs expériences, les rayons cathodiques, en pénétrant à l'intérieur d'un système de cylindres isolés, avaient déterminé dans ce système la production de rayons X, la charge des rayons cathodiques ne se serait pas accumulée sur le cylindre intérieur; il eût donc été impossible de l'y déceler. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la formation des gouttes liquides et les lois de Tate.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **F.-Louis Perrot.**

« A la suite de leurs recherches sur la cohésion des liquides, MM. Leduc et Sacerdote ont été amenés à rejeter le raisonnement classique par lequel

on justifie la loi de Tate relative à l'écoulement des gouttes par un orifice capillaire (¹). Dans une Note plus récente (²), ces auteurs publient les premiers résultats d'expériences instituées par eux à l'appui de cette conclusion.

» Nous étant occupés nous-mêmes depuis plusieurs années (³) de la *mesure des tensions superficielles au moyen du poids des gouttes*, nous avons été conduits, soit par l'étude des Mémoires antérieurs, soit par nos propres observations, à admettre que le phénomène de la formation des gouttes est beaucoup plus complexe qu'on ne le conçoit généralement. On nous permettra donc de rappeler quelques-unes de nos observations antérieures et de présenter diverses remarques qui nous conduisent à rejeter aussi les lois de Tate.

» En premier lieu, si l'on se rapporte à la bibliographie de la question (⁴), il est très curieux de constater que les expérimentateurs antérieurs à Tate ont observé le phénomène de la formation des gouttes avec des caractéristiques qui paraissent avoir été oubliées depuis.

» C'est ainsi qu'il résulte clairement des observations de Frankenheim (1835), confirmées plus tard par celles de Hagen (1845), que le *poids des gouttes d'un même liquide, issues d'un même orifice, est fonction de leur durée de formation*. Nous l'avons nous-mêmes vérifié et nous avons en outre constaté :

» 1° Que, dans les conditions habituelles où l'on expérimente, le poids des gouttes issues d'un même orifice et formées rapidement est plus fort que celui des gouttes formées lentement [voir aussi les observations de Guthrie (1867); Forch (1899), etc.];

» 2° Que, si la durée de formation croît, le poids de la goutte tend vers une limite qui ne varie pratiquement plus lorsque cette durée est assez longue. Avec un tube de $3^{mm},17$ de diamètre extérieur, le poids de la goutte ne devient indépendant de sa durée de formation que si celle-ci est de 30 à 40 secondes, ou, pour certains liquides, déjà de 20 à 25 secondes.

» Il résulte de là que toute vérification de la loi de Tate, effectuée sans

---

(¹) Leduc et Sacerdote, *Journal de Physique*, 4e série, t. I, 1902, p. 364.

(²) Leduc et Sacerdote, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 95.

(³) Guye et Perrot, *Archives des Sc. phys. et nat.*, t. VIII, 1899, p. 590; t. XI, 1901, p. 225 et 345; t. XIII, 1902, p. 80; *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1043.

(⁴) Voir le Résumé bibliographique en tête de notre Mémoire (*Archives*, t. XI, p. 229).

avoir spécifié la durée de formation des gouttes, manquera de précision. Le bon sens indique ensuite que la vérification devra se faire dans les conditions les plus simples et de façon que le poids des gouttes soit rendu indépendant de leur durée de formation.

» Nous avons effectué cette vérification sur seize liquides organiques différents, en composant pour chacun d'eux les poids des gouttes *de formation lente* (c'est-à-dire formées assez lentement pour que leur poids soit indépendant de leur durée de formation), issues d'un même orifice, avec leurs tensions superficielles déterminées dans le vide par la méthode des ascensions capillaires de MM. Ramsay et Shields; la plupart des observations ont été effectuées, dans les deux cas, sur les mêmes échantillons.

» En ce qui concerne le poids des gouttes, celui-ci a été déterminé de deux façons : soit en pesant, par la méthode de M. Ostwald, ce que nous avons appelé la *goutte complète* (c'est-à-dire toute la masse de liquide faisant saillie sous la section droite du tube à écoulement à l'instant où se produit la chute de la goutte), soit en pesant seulement la *goutte tombée* (c'est-à-dire la masse de liquide qui se détache au moment de la chute, abstraction faite du poids du liquide restant adhérent au tube), désignée sous le nom de *ménisque* et représentant, dans nos expériences, les 17 à 29 pour 100 du poids de la goutte complète. Dans les deux cas, les poids des gouttes complètes et des gouttes tombées de formation lente n'ont pas été trouvés proportionnels aux tensions superficielles : les écarts maxima se sont élevés à 12 pour 100 dans le premier cas et à 8 pour 100 dans le second. De là résulte que les lois de Tate, qui sont résumées dans la formule unique

$$P = 2\pi R\gamma \tag{1}$$

(P poids de la goutte en dynes; γ tension superficielle en dynes; R rayon extérieur du tube capillaire en centimètres), ne sont pas vérifiées expérimentalement [1].

» Nous avons constaté ensuite qu'il faut rejeter également la correction

(1) Un des énoncés de la loi Tate est le suivant : « Toutes choses égales d'ailleurs, le poids de la goutte est proportionnel au diamètre du tube dans lequel elle se forme ». On pourrait objecter à nos expériences de laisser cet énoncé de côté. Nous ne le croyons pas, car il est évident qu'à mesure que l'on opérera avec des tubes de diamètres croissants, la vitesse d'écoulement se modifiera, et l'on n'aura pas de résultats précis. Tout au plus pourrait-on se demander si l'énoncé ci-dessus est vérifié lorsque les diamètres intérieurs (pour les liquides mouillant le tube) des divers tubes considérés seraient tous identiques et les gouttes toujours de formation lente.

d'après laquelle la goutte se détacherait suivant un cercle de gorge de rayon r peu différent de R, r et R étant proportionnels. Calculant en effet au moyen de la formule (1) la valeur du rayon du prétendu cercle de gorge, nous avons trouvé, pour les seize liquides étudiés par nous, que, avec un tube de diamètre $2R = 3^{mm},17$, le diamètre du cercle de rupture serait compris entre $2r = 2^{mm},74$ et $2r = 2^{mm},47$ pour les *gouttes complètes* et entre $2^{mm},18$ et $1^{mm},95$ pour les *gouttes tombées*.

» Ces points établis, nous ne pensons pas que la vérification de la loi de Tate donnée par MM. Leduc et Sacerdote permette de la considérer même comme une loi approximative, attendu que : 1° cette vérification ne tient pas compte de la durée de formation des gouttes et que, dans le cas particulier du mercure qui s'égoutte beaucoup plus vite que l'eau, on doit obtenir des valeurs trop fortes de $\frac{p}{d}$ (ce qui explique le relèvement de la courbe constaté par ces auteurs, le long de l'axe des y); 2° cette vérification a été basée sur l'hypothèse de la proportionnalité entre les tensions superficielles et le poids des gouttes de deux liquides différents, proportionnalité qui, d'après nos recherches, ne peut être considérée que comme très approximative. »

BOTANIQUE COLONIALE. — *Sur la liane à caoutchouc des forêts du Congo français.* Note de M. **Aug. Chevalier** ([1]), transmise par M. Guignard.

« La flore congolaise s'est enrichie, depuis quelques années, de nombreuses Landolphiées nouvelles, la plupart imparfaitement connues, par suite d'une description faite sur des matériaux d'herbiers très incomplets. De plus, l'étude de leurs latex n'ayant pas été faite sur place, les spécialistes n'ont pu vérifier la provenance botanique des coagulums qui leur étaient envoyés, de sorte qu'il règne encore la plus grande incertitude sur la valeur de ces lianes comme plantes à caoutchouc.

» Le botaniste allemand R. Schlechter, envoyé en 1899-1900 par le *Wirtschaftliches Komitee* dans l'Afrique occidentale pour y étudier la production, la récolte et la préparation du caoutchouc, a fourni des renseignements beaucoup plus précis, mais encore très incomplets. La présente

([1]) Je remercie mes collaborateurs, MM. Courtet et Martret, pour la participation qu'ils ont apportée à ce travail.

Note a pour but de signaler quelques faits nouveaux observés pendant la traversée du Congo par la mission Chari-Tchad.

» Comme Schlechter, nous avons constaté que la seule liane du Congo français qui soit exploitée par les indigènes en grand et qui fournisse du bon caoutchouc appartient au *Landolphia Klainii*.

» Nous croyons toutefois que la description de cette plante donnée par H. Hallier, de Wildeman, etc. se rapporte, non à une seule espèce, mais à plusieurs espèces confondues sous ce nom. Nous avons observé, jusqu'à ce jour, trois formes très distinctes, caractérisées surtout par les contours du fruit toujours subsphérique, très gros (10^{cm} à 20^{cm} de diamètre).

» Dans la première, il est un peu mamelonné au sommet et présente dans le tiers supérieur une dizaine de dépressions séparées par des côtes saillantes; la base est légèrement, mais progressivement atténuée. Les feuilles lancéolées, pointues, ont 10^{cm} de long sur $3^{cm},5$. Cette forme croît au jardin de Libreville et provient de graines recueillies à proximité du Gabon.

» La deuxième a un fruit parfaitement arrondi au sommet et un peu atténué à la base, ce qui le rend pyriforme. Les feuilles ovales, lancéolées, ordinairement arrondies à la base, brusquement terminées en pointe obtuse au sommet, ont de 12^{cm} à 15^{cm} de long sur 5^{cm} de large, soit deux fois et demie ou trois fois plus longues que larges. Nous l'avons rencontrée à Toumba (Congo belge) sur la ligne du chemin de fer de Matadi à Léopoldville.

» La troisième forme possède un fruit presque sphérique, à peine atténué à la base. Ses feuilles longuement lancéolées, cunéiformes à la base, insensiblement atténuées en pointe au sommet, à bords ondulés-crispés, mesurent de 20^{cm} à 22^{cm}, sur 5^{cm} ou $5^{cm},5$ de large, et sont, par conséquent, quatre fois plus longues que larges. Elle croît aux Stanley-Fallo sur la rive française.

» Nous avons observé ces trois formes depuis trop peu de temps pour pouvoir nous prononcer sur leur valeur spécifique. La germination des graines de toutes les lianes de ce groupe, *L. Klainii*, s'effectue constamment dans des conditions biologiques très remarquables, qu'aucun observateur n'a consignées jusqu'ici.

» A maturité, le fruit de cette espèce, comme celui de tous les *Eulandolphia*, est constitué par un exocarpe formé de sclérites très résistantes, serrées les unes contre les autres et enveloppant hermétiquement les parties parenchymateuses et les graines au nombre de 20 à 70. Cette carapace indéhiscente est seulement interrompue dans la partie qui correspond à l'insertion du pédoncule et forme une zone circulaire. Lorsque le fruit arrive à maturité dans la saison sèche (ordinairement dans le courant de juillet), il se détache par son propre poids et vient tomber sur le sol de la forêt. Cette petite zone circulaire est vite attaquée par les insectes. Par cette ouverture, les larves des *termites*, qui n'ont pu attaquer le sclérenchyme trop résistant, pénètrent à l'inté-

rieur du fruit et dévorent toutes les parties parenchymateuses, qu'elles remplacent par de la terre humide. Au contraire, les graines, dont l'albumen corné protège l'embryon, sont épargnées. Elles se trouvent bientôt environnées dans la cavité close de l'exocarpe d'une masse de terre humide, dans laquelle elles germeront en quelques jours. Les jeunes plantules, se trouvant enfermées dans une chambre close, s'étiolent et leurs tigelles, s'allongeant démesurément, se recourbent plusieurs fois à l'intérieur de la cavité. Parfois, l'extrémité d'une jeune tige parvient à sortir par l'ouverture correspondant à l'insertion du pédoncule; mais, le plus souvent, les plantules demeurent enfermées dans la cavité exocarpique jusqu'à ce que les agents atmosphériques ou les animaux aient brisé la carapace scléreuse. Alors seulement les racines pénètrent en terre, les tigelles se redressent et développent des feuilles, et les termites vont chercher abri ailleurs.

» Chaque buisson du *Landolphia Klainii* est ainsi environné de nombreuses jeunes plantes groupées par paquets; chacun de ces paquets correspond à un fruit dont les graines ont germé sur place.

» La plupart de ces plantes meurent étouffées sous l'ombrage épais de la forêt; seuls, les pieds les plus robustes allongent démesurément leurs entre-nœuds, accrochent leurs vrilles aux branches qu'elles rencontrent, et c'est seulement lorsqu'elles sont parvenues à s'étaler à la grande lumière, sur l'extrémité des rameaux des arbres-supports, qu'elles se développent normalement. »

M. **André Poëy** adresse une Note intitulée : « Rapport entre les éruptions volcaniques, les tremblements de terre, etc. et les taches solaires ».

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juillet 1902.

Exposition universelle internationale de 1900. *IVe Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Paris du 23 au 28 juillet 1900. Compte rendu in extenso,* par M. Henri Moissan, Président du Congrès, et M. François Dupont, Secrétaire général. Paris, au siège de l'Association des Chimistes, 1902; 3 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Moissan.)

Erinnerungs-Blätter an die Leyden-Feier im April 1902. Berlin, Otto und Emil Klett; 1 vol. in-8°. (Hommage du Dr E. von Leyden.)

Die Mechanik des Himmels, Vorlesungen von CARL-LUDWIG CHARLIER; Bd. I, mit zahlreichen Figuren. Leipzig, Veit et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Poincaré.)

Spezielle algebraische und transcendente Ebene Curven : Theorie und Geschichte, von Dr GINO LORIA; autorisierte, nach dem italienischen Manuskript bearbeitete deutsche Ausgabe, von FRITZ SCHUTTE, mit 174 Fig. u. 17 lith. Taf. Leipzig, B.-G. Teubner, 1902; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière. Hommage de l'Auteur.)

International catalogue of scientific litterature, first annual issue : Vol. I, Part I. M. *Botany;* Vol. II. Part I. D. *Chemistry;* published for the International Council by the Royal Society of London. Londres, Harrison et fils, 1902; 2 vol. in-8°.

The Danish Ingolf-Expedition; Vol. VI. *Porifera,* Part. I : *Homorrhaphidœ and Heterorrhaphidœ,* by WILL. LUNDBEYK, with 19 plates and 1 figure in the text. Translated by TORBEN LUNDBECK. Copenhague, 1902; 1 fasc. in-4°.

Notation chimique approuvée par l'Académie des Sciences de Cracovie, 2e édit. Cracovie, Académie des Sciences, 1902; 1 fasc. in-12. (En langue tchèque.)

Les doctrines chimiques dans l'étiologie des maladies, par P. APERY. Constantinople, imp. A. Christidis, 1902; 1 fasc. in-12.

Kansas University science Bulletin; Vol. I, nos 1, 2, 3 and 4. Lawrence, Kans., 1902; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

Notes de MM. *A. Lacroix, Rollet de l'Isle et Giraud,* Sur l'éruption de la Martinique :

(Séance du 1er septembre 1902.)

Page 386, ligne 3 en remontant (note), *au lieu de* mines Saint-Pierre, *lisez* ruines de Saint-Pierre.

Page 387, ligne 1 en remontant (note), *au lieu de* des flots, *lisez* des eaux et des roches.

(Séance du 8 septembre 1902.)

Page 430, ligne 9, *au lieu de* vers le Nord et vers l'Est, *lisez* vers le Nord, le Sud et vers l'Est.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 SEPTEMBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la mort de M. *Damour*, s'exprime comme il suit :

« Mes chers Confrères,

» J'ai le regret de vous annoncer, une fois encore, un deuil pour l'Académie; M. Damour, qui faisait partie de notre Compagnie comme Académicien libre depuis 24 ans, et qui était notre doyen d'âge, vient de mourir cette nuit, à l'âge de 94 ans.

» Il était aimé et respecté de nous tous en raison de sa science et de la dignité de son caractère. Il emporte les regrets universels de tous ses Confrères. »

La séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

OPTIQUE. — *Extension du Principe de Fermat, sur l'économie du temps, au mouvement relatif de la lumière dans un corps transparent hétérogène animé d'une translation rapide.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. J'ai démontré en octobre 1899 (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 794, 859 et 905), par l'intégration des équations du mouvement vibratoire de l'éther dans un corps transparent hétérogène, composé, par exemple, de couches parallèles au plan des yz, que le principe de Fermat avait été légitimement étendu, des rayons brisés par la réflexion ou la réfraction,

mais composés de fragments rectilignes, aux rayons courbes que suit le mouvement lumineux dans les corps dont la constitution varie graduellement d'un point à l'autre. Je me propose aujourd'hui de faire voir que le même principe de l'économie du temps s'étend encore au mouvement *relatif* de la lumière, dans un tel corps animé d'une vitesse V de translation un peu comparable à la vitesse même de propagation des ondes dans l'éther libre.

» Si nous prenons celle-ci pour unité de longueur, les équations régissant les déplacements vibratoires ξ, η, ζ, en fonction de coordonnées x, y, z d'équilibre ou moyennes *rattachées* au corps, seront, comme on peut voir par une Note du 28 juillet (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 220),

$$(1)\quad \begin{cases} N^2\dfrac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dt^2} - 2\left(V_x\dfrac{d}{dx} + V_y\dfrac{d}{dy} + V_z\dfrac{d}{dz}\right)\dfrac{d(\xi,\eta,\zeta)}{dt} \\ \quad = \Delta_2(\xi,\eta,\zeta) - \dfrac{d\theta}{d(x,y,z)}: \end{cases}$$

N y désigne l'indice absolu de réfraction du corps, donné en fonction lentement variable de x, et V_x, V_y, V_z les trois composantes de la vitesse translatoire V.

» II. Le milieu s'étendant, par exemple, de $x = 0$ à $x = \infty$, le mouvement sera censé communiqué à sa première couche $x = 0$ par un système d'ondes planes, que nous supposerons d'abord latéralement indéfinies et qui, produites au loin dans la région des x négatifs, couperont la couche $x = 0$ suivant une famille de droites parallèles. Nous appellerons $my + nz$ le temps, proportionnel à la distance de celles-ci à l'origine, employé par chaque onde à atteindre ces droites, après l'instant où la même onde aura touché l'origine des coordonnées. Il est clair que chaque couche $x =$ const. se trouvera dans les mêmes conditions sur toute son étendue, c'est-à-dire en tous les points où y aboutissent les diverses parallèles (y, z) à l'axe des x, au retard près $my + nz$, s'y produisant par rapport au point où la perce l'axe même (o, o) des x. Donc ξ, η, ζ ne seront fonctions que des deux variables $t - my - nz$ et x.

» Or on sait que, sans l'hétérogénéité, c'est-à-dire si N avait partout la même valeur qu'en (x, y, z), les ondes seraient planes à l'intérieur du corps, et que x n'aurait à figurer dans ξ, η, ζ qu'à côté de t, comme y et z, savoir par une variable unique de la forme $t - lx - my - nz$, et avec un coefficient l relié à N, en raison des équations (1), par la formule

$$(2)\qquad l^2 + m^2 + n^2 - 2(V_x l + V_y m + V_z n) = N^2.$$

En outre, les vibrations seraient transversales, c'est-à-dire que l'on aurait $\theta = 0$, $l\xi + m\eta + n\zeta = 0$, ou que l'*élongation* $\sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}$ se réduirait à une composante δ perpendiculaire à la direction (l, m, n).

» Dès que N et, par suite, l deviennent variables, quoique lentement, avec x, il ne peut plus en être rigoureusement de même; et θ, $l\xi + m\eta + n\zeta$ prennent de petites valeurs de l'ordre des dérivées N', l' de N, l en x. Mais le mouvement peut encore se faire par ondes sensiblement planes, ou ξ, η, ζ dépendre surtout de la variable principale $t - \int l\,dx - my - nz$, tout en variant en outre, d'une manière beaucoup plus lente, avec l'autre variable de la question, x.

» Et, si les ondes incidentes, au lieu d'être indéfinies, sont latéralement limitées, ou que les déplacements ξ, η, ζ offrent sur la première couche $x = 0$, outre leur variation rapide en fonction du trinome $t - my - nz$, des variations lentes, mais *arbitraires*, avec y et z, il y a lieu de voir de même si ξ, η, ζ ne pourraient pas, dans le milieu, être des fonctions rapidement variables de $t - \int l\,dx - my - nz$ et lentement variables de x, y, z, ou représenter des ondes sensiblement planes limitées latéralement. Comme le problème de la suite des mouvements résultant, dans le milieu, du mode donné d'ébranlement de la première couche $x = 0$ est déterminé par les équations (1), un tel mouvement, dès qu'on le reconnaîtra ainsi *possible*, sera le mouvement *effectif*.

» III. Nous désignerons, à la manière de Lagrange, par des accents les dérivées de ξ, η, ζ, et même de θ, relatives à la variable principale $t - \int l\,dx - my - nz$, mais à la manière de Leibnitz (avec des ∂ de ronde), les dérivées relatives aux variables accessoires x, y, z, en observant que les dérivées secondes de cette dernière espèce seront négligeables, à cause de la lenteur de variation des dérivées premières (déjà petites), et que, même pour θ et $l\xi + m\eta + n\zeta$, de l'ordre de N' ou de l', les dérivées premières de cette espèce se trouveront insensibles. On aura, par exemple,

$$\frac{d\xi'}{dx} = -l\xi'' + \frac{\partial\xi'}{\partial x}, \qquad \frac{d\xi}{dx} = -l\xi' + \frac{\partial\xi}{\partial x}, \qquad \frac{d^2\xi}{dx^2} = l^2\xi'' - 2l\frac{\partial\xi'}{\partial x} - l'\xi', \quad \dots$$

$$\frac{d\theta}{dx} = -l\theta', \qquad \dots;$$

et les équations (1) deviendront, vu (2),

$$\left[(l - V_x)\frac{\partial}{\partial x} + (m - V_y)\frac{\partial}{\partial y} + (n - V_z)\frac{\partial}{\partial z} + \frac{l'}{2}\right](\xi', \eta', \zeta') = (l, m, n)\frac{\theta'}{2}.$$

» Multipliées par dt et intégrées *sur place*, à partir d'un instant où le

repos régnait encore en (x, y, z), elles seront

$$(3)\quad \left[(l - V_x)\frac{\partial}{\partial x} + (m - V_y)\frac{\partial}{\partial y} + (n - V_z)\frac{\partial}{\partial z} + \frac{l'}{2}\right](\xi, \eta, \zeta) = (l, m, n)\frac{\theta}{2}.$$

» On peut, dans les premiers membres où figurent partout soit des dérivations en ∂, soit le petit facteur l', réduire ξ, η, ζ aux projections de l'élongation transversale δ, c'est-à-dire négliger les projections de la petite composante longitudinale, proportionnelle au trinome $l\xi + m\eta + n\zeta$.

» IV. Multiplions d'abord les équations (3) par le double des trois projections ξ, η, ζ de δ, et ajoutons. Il viendra la relation capitale

$$(4)\qquad (l - V_x)\frac{\partial . \delta^2}{\partial x} + (m - V_y)\frac{\partial . \delta^2}{\partial y} + (n - V_z)\frac{\partial . \delta^2}{\partial z} + l'\delta^2 = 0,$$

qui, en appelant φ' le produit $\sqrt{l - V_x}\,\delta$, peut s'écrire

$$(5)\qquad (l - V_x)\frac{\partial . \varphi'^2}{\partial x} + (m - V_y)\frac{\partial . \varphi'^2}{\partial y} + (n - V_z)\frac{\partial . \varphi'^2}{\partial z} = 0.$$

» Celle-ci exprime que, *sur une même onde suivie dans son mouvement, la quantité φ'^2 se conserve le long des chemins ayant leurs cosinus directeurs proportionnels à $l - V_x$, $m - V_y$, $n - V_z$*. Ces chemins sont donc les *rayons lumineux*.

» Or, chacun d'eux est contenu dans un plan normal aux couches du corps, savoir le plan perpendiculaire à la droite dont les cosinus directeurs sont entre eux comme (zéro, $V_z - n$, $m - V_y$); car les produits respectifs de ceux-ci par $l - V_x$, $m - V_y$, $n - V_z$ ont leur somme nulle. De plus, le carré du sinus de l'angle i de ces chemins avec l'axe des x a évidemment pour expression

$$\frac{(m - V_y)^2 + (n - V_z)^2}{(l - V_x)^2 + (m - V_y)^2 + (n - V_z)^2},$$

ou, d'après (2),

$$\frac{(m - V_y)^2 + (n - V_z)^2}{N^2};$$

et l'on a

$$(6)\qquad N^2 \sin^2 i = (m - V_y)^2 + (n - V_z)^2 = \text{const.};$$

de sorte que la loi de Descartes sur la proportion des sinus se trouve également vérifiée. *Le principe de Fermat s'applique* donc bien, comme si le corps était en repos.

» V. Ajoutons maintenant les équations (3), multipliées respective-

ment par les cosinus directeurs λ, μ, ν de la droite perpendiculaire tout à la fois à δ et à la normale à l'onde. Le second membre sera nul; et en appelant $\partial_r\xi$, $\partial_r\eta$, $\partial_r\zeta$ les accroissements élémentaires des projections ξ, η, ζ le long du rayon lumineux, obtenus en suivant une même onde dans sa propagation, c'est-à-dire sans que la variable principale change, il viendra

$$(7) \qquad \lambda\partial_r\xi + \mu\,\partial_r\eta + \nu\,\partial_r\zeta = 0.$$

On aura donc, tout à la fois,

$$\lambda\xi + \mu\eta + \nu\zeta = 0, \qquad \lambda(\xi + \partial_r\xi) + \mu(\eta + \partial_r\eta) + \nu(\zeta + \partial_r\zeta) = 0.$$

» En d'autres termes, *l'élongation transversale* δ, *sur une même onde suivie le long d'un même rayon, tourne sans cesse dans le plan qui contient la normale actuelle à l'onde*. Ainsi, tandis que la formule (4) déterminait le changement élémentaire de l'élongation principale δ en chaque point d'une onde, la relation (7) détermine son changement d'orientation, dont dépend le mode de polarisation du rayon lumineux. La translation V y influe quelque peu, ou fait tourner le plan de polarisation, comme l'avait pressenti Fizeau dans une question analogue; car elle disjoint le rayon d'avec la normale à l'onde et empêche l'élongation δ de se mouvoir dans le plan du rayon.

» Lorsqu'il n'y a pas de translation V, l'onde, constamment perpendiculaire à un rayon compris dans le plan d'incidence, tourne, pour prendre sans cesse son orientation, autour de sa droite, passant par le rayon, qui est normale au plan d'incidence. Or l'azimut α de l'élongation δ est, sur l'onde même, l'angle de cette droite avec δ. Si alors on considère deux positions consécutives de α, la première, vu la rectangularité du mouvement élémentaire de δ par rapport au plan de l'onde, est la projection de la deuxième, projection effectuée sous l'angle *infiniment petit* dont a tourné l'onde et, *dès lors*, comme on sait, en vraie grandeur, sauf erreur du second ordre. Donc *l'azimut de polarisation se conserve*.

» VI. Pour former une troisième combinaison linéaire simple des équations (3) et compléter ainsi leur interprétation géométrique, multiplions-les, enfin, par $2l$, $2m$, $2n$ et ajoutons, en introduisant, aux premiers membres, les dérivées $\frac{\partial}{\partial(x,y,z)}$ du trinome $l\xi + m\eta + n\zeta$, qui s'y trouve identiquement nul. Il vient

$$-2(l - V_x)\xi l' = (l^2 + m^2 + n^2)\theta,$$

ou bien, par la substitution, à $l^2 + m^2 + n^2$ et à $(l - V_x)l'$ de leurs valeurs déduites de (2),

$$(8) \qquad \theta = -2\frac{N'}{N}\left(1 - 2\frac{lV_x + mV_y + nV_z}{N^2}\right)\xi.$$

» Remplaçons-y θ, c'est-à-dire $\frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}$, par son expression développée

$$-(l\xi' + m\eta' + n\zeta') + \frac{\partial\xi}{\partial x} + \frac{\partial\eta}{\partial y} + \frac{\partial\zeta}{\partial z},$$

dans les trois derniers termes de laquelle ξ, η, ζ, figurant par leurs dérivées $\frac{\partial}{\partial(x, y, z)}$, sont réductibles aux projections de δ. Alors, cette équation fera connaître, au point (x, y, z), le trinome $l\xi' + m\eta' + n\zeta'$, c'est-à-dire la petite composante longitudinale de la vitesse vibratoire et, par une intégration sur place, le petit déplacement correspondant, ou ayant la direction (l, m, n) de la normale aux ondes.

» On voit que les équations du mouvement laissent entièrement arbitraire, dans chaque onde, la manière dont varie, d'un point à l'autre, le déplacement transversal δ (seul sensible), pourvu que ce mode de variation soit bien continu, comme le suppose notre analyse [1]. Si cette condition ne se trouvait pas réalisée, il se produirait des phénomènes de *diffraction* que je ne me propose nullement de considérer ici. »

CORRESPONDANCE.

PÉTROGRAPHIE. — *Les enclaves des andésites de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.* Note de M. A. LACROIX.

« Dans une Note précédente, j'ai fait remarquer que le verre de certaines des bombes projetées actuellement par la Montagne Pelée présente des traces d'hétérogénéité, se manifestant par des couleurs extrêmement différentes (incolore à brun plus ou moins foncé).

---

(1) J'ai exposé, dès 1885, cette manière de démontrer la délimitation latérale des rayons lumineux, sonores, etc., dans les corps ou milieux d'une contexture élastique quelconque, aux pages 674 à 697 d'un Volume intitulé : *Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques, avec des Notes étendues sur divers points de Physique mathématique et d'Analyse.*

» Cette hétérogénéité est mise en évidence encore par l'existence d'une grande quantité d'enclaves homœogènes de toute taille qui se rencontrent aussi bien dans les blocs ponceux que dans les bombes compactes.

» Le type le plus fréquent de ces enclaves est constitué par une roche d'un gris verdâtre ou jaunâtre à grains fins; elle présente un aspect microlitique, elle est creusée de nombreuses bulles que tapissent des cristaux nets d'hypersthène, de plagioclases, de titanomagnétite.

» La composition minéralogique de ces enclaves est toujours qualitativement la même, mais elle varie beaucoup dans la proportion relative des éléments. Le type le plus complet comprend des plagioclases, de l'hypersthène, de la titanomagnétite, de l'augite, de la hornblende et de l'olivine, c'est-à-dire les éléments de l'andésite à hypersthène de l'éruption actuelle, mais les feldspaths (quelquefois zonés) y sont, au moins, aussi basiques (andésine et labrador) et souvent davantage (bytownite).

» Les feldspaths constituent de gros microlites enchevêtrés, produisant une structure qui rappelle celle de certaines diabases; leurs intervalles sont généralement remplis par un verre incolore, mais il reste toujours des vides miarolitiques. On rencontre parfois de grands cristaux (labrador et bytownite) donnant à la roche un aspect porphyrique.

» Les minéraux ferromagnésiens constituent généralement de grands cristaux, souvent disposés (sur leurs bords) ophitiquement avec les feldspaths; ils sont moins nombreux sous forme de microlites.

» Ces enclaves ne sont pas des fragments de roches solides arrachées en profondeur; leur production en place ne saurait faire de doute. Elles offrent une grande ressemblance avec certains des nodules de l'andésite à hypersthène de la dernière éruption de Santorin (nodules à labrador); on peut les comparer aussi aux enclaves andésitiques à structure diabasique que j'ai décrites dans les trachytes du Capucin au Mont Dore; elles partagent avec celles-ci la particularité d'être riches en minéraux drusiques.

» Ces enclaves semi-cristallines représentent une étape vers la production de roches holocristallines grenues que j'ai recueillies en enclaves, non seulement dans les andésites de l'éruption actuelle, mais encore dans les tufs ponceux des éruptions anciennes. Ces dernières enclaves sont de véritables gabbros à hypersthène, augite, hornblende, olivine dont le feldspath moyen est un labrador basique; leurs éléments, de même que ceux des enclaves semi-cristallines, sont riches en inclusions vitreuses.

» Il est à remarquer que bien peu de ces enclaves peuvent être considérées comme représentant strictement la composition de l'andésite

actuelle, elles sont nettement plus basiques; mais, comme la série des enclaves des andésites à haüyne du Mont Dore que j'ai antérieurement décrites, leur réunion nous fournit une vue d'ensemble sur la famille pétrographique à laquelle appartient cette andésite; elles sont notamment à comparer avec les labradorites à hypersthène, hornblende, etc., qui constituent des coulées anciennes dans la partie sud de l'île.

» Je ferai ressortir plus tard leur importance dans la discussion des liens qui unissent entre elles toutes les roches volcaniques de la Martinique, quel que soit leur âge. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches spectrales sur la rotation de la planète Uranus*. Note de M. **H. Deslandres**.

« La Note actuelle complète une Note précédente du même Tome, page 228, intitulée : *Méthode spectrale capable de fournir la loi de rotation, encore inconnue, des planètes à faible éclat. Vérifications de la méthode. Premiers résultats*. Elle donne de nouveaux détails sur la méthode, et expose son application à la planète Uranus, faite avec la grande lunette photographique de Meudon ($0^m,60$), en juin et juillet 1902.

» *Méthodes diverses pour l'étude de la rotation*. — Les premières recherches sur la rotation des astres ont été faites en mesurant simplement le mouvement de points saillants de leur image, brillants ou obscurs, par rapport au contour apparent; et c'est ainsi que l'on a reconnu depuis longtemps, avec précision, la rotation du Soleil, des planètes Mars, Jupiter et Saturne. Si l'image est uniforme, sans détails, la méthode est en défaut; tel est le cas des planètes Mercure et Vénus, des anneaux de Saturne, et aussi des planètes Uranus et Neptune qui, de plus, ont un faible éclat et un faible diamètre apparent.

» Or, à ces dernières planètes, je me suis proposé d'appliquer les méthodes nouvelles qui, par l'étude du spectre, peuvent déceler les vitesses radiales différentes des différents points de l'astre. Ces méthodes exigent seulement que la lumière soit assez intense pour supporter l'étalement par le prisme.

» La première étude de la rotation par le spectre a été faite sur le Soleil, de 1880 à 1889, d'abord pour vérifier le principe de Doppler-Fizeau, ensuite pour reconnaître la rotation du Soleil dans les parties dépourvues de taches (Duner). On juxtapose les spectres de deux points opposés du

bord, et l'on mesure leur déplacement relatif, qui correspond à deux fois la vitesse au bord.

» J'ai employé les deux spectres du bord en 1893 pour mesurer la rotation de la couronne solaire, dans une éclipse totale, au Sénégal.

» J'ai essayé aussi la même disposition, en 1895, au début de mes recherches sur Jupiter, entreprises pour vérifier l'application spéciale du principe de Doppler-Fizeau aux planètes, annoncée par Poincaré : le déplacement des deux spectres doit correspondre à quatre fois la vitesse au bord. Mais cette disposition ne convient plus avec la petite image de l'astre et la longue pose du spectre, les bords étant notablement moins intenses, et deux points voisins de l'image ayant des vitesses radiales très différentes.

» J'ai été conduit alors à la méthode dite *de l'inclinaison des raies*, qui fait concourir à la recherche, non les deux extrémités d'un diamètre, mais le diamètre entier, en s'appuyant sur des propriétés géométriques simples des corps en rotation (voir la Note de 1895) (¹). Elle exige un seul spectre de l'astre, qui est juxtaposé à un spectre terrestre de comparaison, et l'on mesure, non plus le déplacement relatif des raies, mais leur inclinaison relative. La précision est grande.

» La méthode a donné, en 1895, la loi de rotation des anneaux de Saturne; en 1900, celle de Vénus. Je l'ai appliquée aussi, en 1900, à une seconde mesure de la rotation de la couronne solaire.

» Mais les dispositions précédentes ne conviennent plus avec les planètes Uranus et Neptune, qui sont trop faibles. J'ai montré, dans la dernière Note, que la méthode spectrale leur était encore applicable, en faisant concourir à la recherche, non plus seulement un diamètre de l'image, mais l'image entière de l'astre; la précision est, il est vrai, bien moindre.

» *Application à la planète Uranus*. — Pendant l'été de 1901, j'ai vérifié la nouvelle méthode avec une image de Jupiter plus petite que l'image d'Uranus de 300^{μ} (microns) et l'image de Neptune de 200^{μ} fournies par la grande lunette. Les résultats sont encourageants; le spectre de l'image entière décèle nettement le sens de la rotation, sinon la vitesse elle-même (voir la dernière Note).

» Cette année, j'ai entrepris la même recherche sur Uranus, malgré des conditions peu favorables; à la latitude de Meudon, la planète ne s'élève

(¹) *Recherches spectrales sur la rotation et les mouvements des planètes* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 417) et *Recherches spectrales sur les anneaux de Saturne* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1155).

pas au-dessus de l'horizon plus que le Soleil en décembre; elle est observable pendant 3 mois seulement et, encore, près du méridien.

» Le spectroscope est semblable à celui employé pour Jupiter. Collimateur : $0^m,27$; chambre : $0^m,32$; un prisme de 60° en flint dans la position dite *diminuante*, de manière que le cercle de l'image est aplati dans le spectre. La fente, large de 150^μ, recevait les deux tiers seulement de l'image; mais, avec cette diminution de la fente, les raies et les inclinaisons étaient plus nettes. Enfin le spectroscope entier était mobile autour de l'axe commun de la grande lunette et du collimateur, de manière que la fente pouvait prendre une orientation quelconque dans le plan focal. La pose nécessaire à une bonne épreuve spectrale est longue : 1 heure et demie à 2 heures même par temps clair; et, lorsque les épreuves sont faibles ou obtenues avec une atmosphère agitée, les raies sont irrégulières. Au milieu de la pose, on ajoute le spectre du fer, au-dessus et au-dessous du spectre planétaire, de telle sorte que les différences d'inclinaison soient faciles à reconnaître.

» La planète, observée avec la grande lunette, a paru avoir une légère élongation dans l'angle de position 30°-40°. Aussi la fente du spectroscope a-t-elle été placée d'abord dans cette direction, puis dans la direction opposée (angle 210°-220°), et enfin dans la direction perpendiculaire (angle 120°-130°) ([1]). Or, avec la première position, les raies planétaires sont inclinées dans un sens par rapport aux raies de comparaison, et, avec la seconde position, dans le sens contraire. Pour la troisième position, il n'y a d'inclinaison nette ni dans un sens ni dans l'autre. De plus, ces inclinaisons sont telles que, dans le cadran nord-est de la planète, le bord est s'éloigne, alors que, pour les autres planètes plus voisines du Soleil, le bord est, au contraire, se rapproche. Le sens de la rotation serait donc inverse, ce qui confirmerait la division des planètes en deux groupes distincts.

» Cependant, les bonnes épreuves ne sont pas nombreuses (seulement sept) et elles ne donnent pas avec précision la projection de l'axe de rotation; aussi je dirai simplement : d'après ces recherches, il est très probable que la planète Uranus tourne dans le sens rétrograde, comme ses satellites, et il est certain que la méthode, appliquée plus longuement ou dans des conditions meilleures, conduira à un résultat définitif.

» Cette étude spéciale est recommandée aux observatoires qui sont situés

([1]) D'autres épreuves ont été obtenues dans les positions intermédiaires; mais elles ont peu de valeur, ayant été faites lorsque la planète était observable seulement près de son coucher.

plus près de l'équateur, ou qui ont des instruments plus puissants, dans une atmosphère plus calme.

» D'autre part, la mesure de l'inclinaison des raies, qui donne la vitesse radiale au bord, sera publiée plus tard. Pour avoir la vitesse réelle au bord, il faudra poursuivre la recherche pendant une période de 21 ans, égale au quart de la durée de révolution; et, pour en déduire la durée d'une rotation entière, il faudra choisir entre les nombreuses valeurs du diamètre apparent récemment publiées. Mais le point le plus important de cette étude est la constatation nette du sens de la rotation.

» La même recherche a été poursuivie aussi sur la planète Neptune, et les résultats sont encourageants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du silicium avec le cobalt et sur un nouveau siliciure de ce métal.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le premier composé défini de silicium et de cobalt connu a été décrit par M. Vigouroux (¹). Ce siliciure répond à la formule $SiCo^2$. Il prend naissance lorsque l'on fond le cobalt avec 10 pour 100 de son poids de silicium. Ses propriétés et sa préparation le rendent tout à fait comparable au siliciure de fer $SiFe^2$ cristallisé, préparé et étudié par M. Moissan (²). Un autre composé cristallisé, ayant pour formule SiCo, se forme dans l'action du siliciure de cuivre sur le cobalt à haute température. Nous avons décrit la préparation de ce corps et nous avons fait connaître ses principales propriétés (³), qui le rapprochent du siliciure de fer SiFe. Il peut, comme ce dernier, se dissocier en donnant du silicium libre et du siliciure $SiCo^2$. Cette dissociation s'observe très facilement dans l'argent en fusion.

» L'analogie existant entre les formules et les propriétés de ces deux siliciures de cobalt et celles des siliciures de fer permettait de prévoir l'existence d'un troisième composé, plus riche en silicium, comparable à Si^2Fe. Les essais que nous avons faits dans cette voie ont confirmé nos prévisions. Un tel composé prend en effet naissance lorsque l'on chauffe le cobalt en présence d'un excès de silicium fondu, ou quand on soumet

(¹) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1897, p. 153.

(²) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 621.

(³) Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 556.

à l'action du four électrique un mélange de siliciure de cuivre, de cobalt et de silicium. Dans ce dernier cas, le composé est mieux cristallisé et plus facile à purifier.

» La préparation doit être effectuée de la façon suivante: On place dans un creuset de charbon 200g de siliciure de cuivre, 20g de cobalt et 30g de silicium cristallisé. Ce creuset est ensuite porté dans le four électrique, où on le maintient 5 à 6 minutes, le courant étant de 900 ampères sous 45 à 50 volts. Le culot métallique ainsi obtenu se brise facilement, sa cassure est d'un gris bleu foncé. On le pulvérise grossièrement et on le traite successivement par l'acide azotique et par la lessive de soude, en ayant soin de laver à l'eau après l'action de chaque réactif. Ces traitements alternés sont continués jusqu'à ce que l'acide azotique n'enlève plus de métal. Le résidu pulvérulent et cristallin est alors additionné d'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau à la température du bain-marie. Ce réactif dissout le siliciure $SiCo$, qui se forme toujours dans cette préparation en petite quantité. Le siliciure Si^2Co est à peu près inattaquable dans ces conditions. Le produit est enfin lavé à l'eau et séché à l'étuve.

» Les analyses ([1]) faites sur des échantillons provenant d'opérations différentes montrent bien que le composé ainsi formé a pour formule Si^2Co. Il renferme parfois, comme impureté, un peu de siliciure de carbone.

» Le siliciure de cobalt Si^2Co se présente sous la forme de petits cristaux de couleur foncée à reflets bleutés. Il paraît cristalliser dans le système cubique et présenter le plus souvent la forme octaédrique. Nous n'avons pu faire cependant une détermination rigoureuse. Sa densité à 0° est de 5,3. Sa dureté est comprise entre 4 et 5.

» Le fluor ne l'attaque pas à froid; mais, si l'on chauffe légèrement, l'incandescence se produit et il se dégage du fluorure de silicium, en même temps qu'il se forme du fluorure de cobalt rouge fondu, semblable au fluorure CoF^2 décrit par M. C. Poulenc ([2]).

» Le chlore ne réagit qu'à 300°, le brome au rouge sombre et l'iode à peu près à la même température, mais sans incandescence visible.

» Dans l'oxygène pur, vers 1200°, le siliciure n'est altéré que très superficiellement. Le soufre en vapeur est sans action au point du ramollissement du verre de Bohême.

» L'acide sulfurique et l'acide azotique étendus ou concentrés n'attaquent pas ce siliciure.

» L'acide chlorhydrique concentré réagit très lentement à sa température d'ébulli-

---

([1]) Les analyses ont été calculées après avoir préalablement retranché du poids de la prise d'essai le poids du siliciure de carbone.

				Théorie pour Si^2Co.
Silicium pour 100........	48,30	48,05	47,83	48,69
Cobalt »	50,92	51,61	51,77	51,30

([2]) C. Poulenc, *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 1426.

tion. L'acide fluorhydrique, au contraire, donne en quelques instants une dissolution complète.

» La potasse ou la soude en solutions étendues sont sans action sur ce composé; mais, par concentration à chaud, l'attaque se produit peu à peu et devient très vive avec les hydrates alcalins en fusion. Il se comporte comme le siliciure de fer Si^2Fe vis-à-vis de la plupart de ces réactifs.

» Le cobalt fournit donc avec le silicium trois combinaisons définies cristallisées, ayant respectivement pour formules $SiCo^2$, $SiCo$ et Si^2Co; ces composés forment une série en tous points comparable à celle des siliciures de fer. Leurs modes de préparation et leurs principales propriétés sont identiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le pouvoir calorifique de la houille.* Note de M. **Goutal**, présentée par M. Ad. Carnot.

« La détermination du pouvoir calorifique de la houille se fait, soit à l'aide de calorimètres perfectionnés, dont le plus répandu dans la pratique industrielle est l'obus Mahler ([1]), dérivé de la bombe calorimétrique de M. Berthelot, soit par l'emploi de formules empiriques utilisant les chiffres fournis par l'analyse élémentaire ([2]) ou par des essais chimiques spéciaux ([3]).

» Les mesures calorimétriques faites au moyen de l'obus Mahler nous ont souvent montré de grands écarts entre les pouvoirs calorifiques réels et les pouvoirs calorifiques calculés à l'aide des formules proposées jusqu'à ce jour. Nous avons donc abandonné successivement toutes ces formules comme inexactes ou basées sur des déterminations délicates et compliquées.

» Cependant la fixation, par simple calcul, du pouvoir calorifique d'un charbon nous paraissant présenter un certain intérêt industriel, nous avons cherché à établir une relation entre ce pouvoir calorifique et les résultats fournis par l'essai des combustibles, tel qu'il se pratique habituellement, c'est-à-dire par calcination, incinération et dessiccation, pour déterminer le carbone fixe, les matières volatiles, les cendres et l'humidité.

([1]) *Comptes rendus,* 30 novembre 1891.

([2]) Formules de Dulong, Scheurer-Kestner, Cornut, Ser, Gmelin, etc.

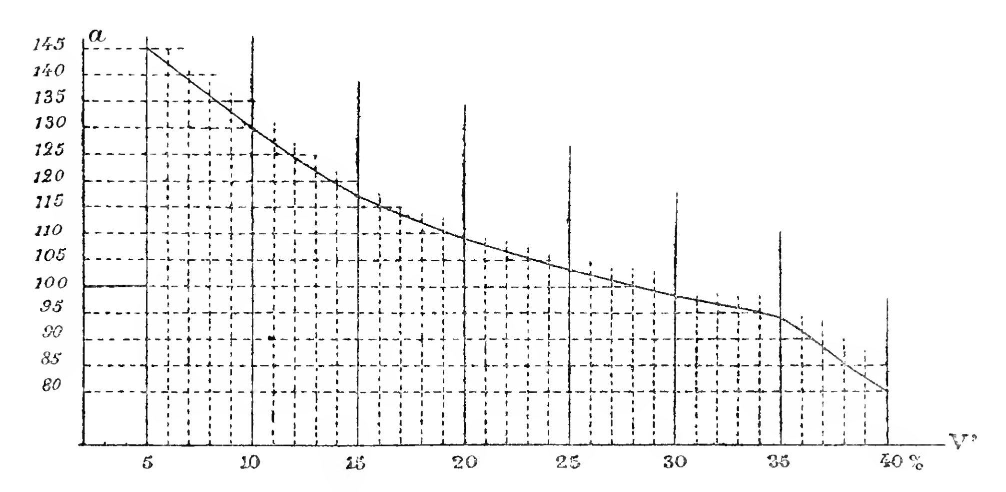
([3]) Essai à la litharge de Berthier.

» Après avoir étudié plus de six cents échantillons de houilles d'origines diverses, nous avons pu nous convaincre que les résultats sont représentés d'une manière très approchée par la formule suivante :

$$P = 82\,C + a\,V.$$

» Dans cette formule, P représente le pouvoir calorifique cherché, C la proportion en centièmes du carbone fixe, V celle des matières volatiles et a un multiplicateur variable, fonction de la teneur en matières volatiles V' du combustible supposé pur, c'est-à-dire sans eau ni cendres $\left(V' = 100\,\frac{V}{C+V}\right)$.

» Pour fixer expérimentalement la valeur du coefficient a dans le cas des différents combustibles, nous avons tracé une courbe représentative résultant de nos nombreux essais. Cette courbe est construite en prenant pour abscisses les teneurs en matières volatiles V' et pour ordonnées les valeurs correspondantes de a, déduites des combustions calorimétriques.



» Pour les teneurs en matières volatiles de

5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 38 et 40 pour 100,

le coefficient a prend successivement les valeurs

145^{cal}, 130^{cal}, 117^{cal}, 109^{cal}, 103^{cal}, 98^{cal}, 94^{cal}, 85^{cal} et 80^{cal}.

» Dans le cas des anthracites, a est représenté par une constante égale à 100^{cal} et la formule devient $P = 82C + 100V$.

» En calculant ainsi le pouvoir calorifique d'une houille, l'erreur d'appréciation dépasse rarement 1 pour 100 de la valeur réelle; elle est exceptionnellement supérieure à 2 pour 100 pour quelques anthracites et quelques houilles ligniteuses dont le calorimètre seul permet l'étude.

» La distillation de la houille étant représentée par une réaction com-

plexe très peu exothermique et n'entraînant, par conséquent, qu'une faible perte des calories disponibles (¹), la courbe ci-dessus, qui donne, à poids constant, le pouvoir calorifique *a* des matières volatiles V', permet de constater que ce pouvoir calorifique décroît régulièrement en allant de l'anthracite au lignite.

» Observons encore que le pouvoir calorifique des anthracites purs est, en moyenne, de 8250^{cal}; que celui des houilles anthraciteuses ($V' = 5$ à 10 pour 100) est de 8550^{cal} et qu'il atteint un maximum, 8700^{cal}, pour les charbons dont V' est compris entre 10 et 30 pour 100. Le pouvoir calorifique des houilles augmente donc à mesure que décroît celui de leurs matières volatiles, jusqu'à la teneur limite de 30 pour 100, à partir de laquelle le pouvoir calorifique des combustibles naturels et celui de leurs matières volatiles diminuent concurremment. »

BOTANIQUE. — *Sur l'existence de formes-levures stables chez quelques moisissures.* Note de **G. Odin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis longtemps déjà la question de l'origine des levures préoccupe le monde scientifique. On s'accorde généralement à considérer les *Saccharomyces* comme des Champignons autonomes; mais, pour les levures non ascosporées, deux manières de voir sont en présence : certains auteurs les considèrent comme des formes particulières de végétation de moisissures d'ordres divers, tandis que d'autres auteurs veulent y voir de véritables *Saccharomyces* dont la forme ascosporée n'aurait pas été rencontrée jusqu'alors. L'expérimentation seule peut permettre de trancher la question; aussi crois-je utile de faire connaître les résultats qu'elle m'a fournis sur ce sujet.

» Les expériences que j'ai poursuivies ont porté sur quatre espèces différentes de *Penicillium*, dont deux se présentent normalement sous la forme agrégée dite *Coremium*.

» Dans les cultures des cellules Van Tieghem, hermétiquement closes, où j'ai suivi le développement de ces moisissures, j'ai observé les phénomènes suivants :

» Les spores, semées sur un milieu nutritif convenable et à une température favorable, germent très rapidement, et au bout de peu de temps, 2 ou 3 jours, les filaments mycéliens qui en proviennent portent des pinceaux sporifères normaux. Les spores ainsi formées, que j'appellerai *spores normales,* présentent une *membrane épaisse* et *fortement colorée*.

(¹) Mahler, *Comptes rendus*, 14 décembre 1891.

» Quelques jours après, on voit apparaître deux autres sortes de productions :

» 1° Tout d'abord, à l'extrémité de *pinceaux* plus ou moins atrophiés, des spores que je considère comme *légèrement anormales;* elles sont plus petites que les premières, plus brillantes, renferment à leur intérieur un globule très réfringent et présentent une *membrane très mince* et *non colorée;*

» 2° A l'extrémité de *filaments simples* du mycélium, des spores *tout à fait anormales* et atrophiées, plus petites que les précédentes, très brillantes aussi, ayant un globule très fin en leur centre, et disposées en longue file.

» Si l'on prend soin d'opérer de façon complètement aseptique et de laisser vieillir les cultures, on constate que les spores normales, ainsi que les spores légèrement anormales, acquièrent la propriété de bourgeonner en levure sur place, tandis que les spores tout à fait anormales subissent plus ou moins rapidement une dégénérescence complète. On a alors, dans la cellule de culture, de nombreuses colonies de *formes-levures* dont l'origine est indiscutable et dont on peut suivre le développement heure par heure.

» Ce premier résultat obtenu, il est possible d'en obtenir un second, et c'est surtout sur celui-ci que je désire appeler l'attention. Transportant dans une nouvelle cellule Van Tieghem, renfermant un jus sucré frais, un semis de ces formes-levures recueillies et ensemencées aseptiquement, on constate qu'*elles continuent à bourgeonner en levure.* Ce bourgeonnement est assez rapide : quelques heures suffisent à une cellule mère pour donner des cellules filles. Ces formes-levures sont de forme elliptique (4^{μ}-5^{μ} sur 2^{μ}-3^{μ}) et germent par les deux pôles.

» Enfin, et c'est le second point sur lequel je crois devoir insister, si, après un certain nombre de passages successifs en cellules Van Tieghem, donnant lieu chaque fois à un nouveau bourgeonnement, on vient à reporter un peu de ces formes-levures sur un substratum solide tel que tranches de pomme de terre ou de carotte, *on voit persister la forme-levure.* Ainsi donc, sur ces mêmes milieux de culture où les spores normales des *Penicillium* étudiés fournissent *uniquement la forme mycélienne et sporifère* bien connue, on peut obtenir *uniquement la forme-levure bourgeonnante* si l'on opère comme je l'ai indiqué précédemment. De plus, ces colonies de formes-levures bourgeonnantes présentent une grande stabilité : plusieurs reports successifs sur milieu solide n'ont donné lieu qu'à la végétation bourgeonnante, sans retour à la forme mycélienne normale.

» Il reste à savoir si les formes-levures ainsi obtenues se montreront indéfiniment stables, et sous quelles conditions. C'est ce que les expériences que j'ai entreprises me montreront plus tard. Mais, dès maintenant, à la suite de nombreuses expériences portant sur quatre espèces

différentes, je crois pouvoir conclure qu'il est possible d'obtenir, en partant de divers *Penicillium*, des formes-levures stables, qui se maintiennent stables pendant de longues générations et qu'il est d'ailleurs difficile de distinguer morphologiquement des levures véritables. »

BOTANIQUE. — *Sur une modification produite chez le* Scopolia carniolica *à la suite de sa greffe sur Tomate*. Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que l'on peut modifier certaines habitudes des plantes à l'aide de procédés artificiels, en particulier avancer ou retarder leur floraison par la chaleur.

» De même, par semis à contre-saison, on peut faire fleurir une plante à une époque qui ne lui est pas habituelle. Par la suppression totale des fleurs au moment de leur apparition, on arrive à rendre bisannuelle une plante annuelle que l'on protège contre le froid de l'hiver (Réséda).

» D'autre part, quelques plantes vivaces, à tiges aériennes herbacées annuelles, conservent parfois, l'hiver, une partie de ces tiges qui deviennent ainsi accidentellement vivaces pour une cause encore inconnue.

» Enfin, par hybridation, on a obtenu dans certains végétaux la propriété de remonter, c'est-à-dire de fleurir et fructifier deux fois dans la même année (Rosier, Fraisier, etc.).

» Je me suis demandé quel rôle pouvait jouer le greffage au point de vue des modifications des habitudes des plantes greffées, et j'ai depuis longtemps entrepris des expériences à ce sujet. J'ai montré, dès 1892, que, en dehors des avancements ou retards dans la floraison du greffon, on peut, par greffage direct ou par semis consécutif à la greffe, transformer notablement certaines habitudes du greffon. C'est ainsi que j'ai rendu plurannuels des exemplaires de Salsifis bisannuels par leur greffe sur Scorzonère, et des pieds de Tabac annuels sont devenus bisannuels par leur greffe sur Tomate. Mais dans ce cas, bien entendu, la floraison du greffon ne s'était pas effectuée dans l'année même du greffage.

» A la suite du semis des graines du Haricot noir de Belgique greffé sur Haricot de Soissons gros, j'ai obtenu une race de Haricots remontants [1], aujourd'hui presque complètement fixée.

---

(1) L. Daniel, *Variation des races de Haricots sous l'influence du greffage* (*Comptes rendus*, 5 mars 1900).

» Mais, à ma connaissance du moins, on n'a signalé jusqu'ici aucun exemple de végétal devenu directement remontant sous l'influence du greffage, aucun exemple de plante herbacée, en voie de décrépitude sénile, reprenant vie et vigueur à la suite d'un greffage approprié sur une plante jeune. Cette année, j'ai observé nettement ces deux catégories de phénomènes dans la greffe de *Scopolia carniolica* sur jeunes plants de Tomates.

» Le *Scopolia carniolica*, cultivé seulement dans les jardins botaniques, est une plante herbacée vivace, l'une des plus précoces du printemps. Après sa fructification, les tiges aériennes se maintiennent vertes pendant quelque temps, se fanent progressivement et meurent entièrement desséchées dans le courant de mai. A ce même moment, la Tomate est au contraire aux débuts de son développement et croît activement. Quoique ces deux plantes appartiennent à la famille des Solanacées, elles font partie de deux tribus différentes : la première rentre dans la tribu des Hyoscyamées; la seconde dans celle des Solanées.

» Le 1er mai dernier j'ai greffé, sur la Tomate jeune, les pousses aériennes, en voie de dessiccation, du *Scopolia*. La greffe a réussi, grâce à de nombreux soins, et, malgré l'état de sénilité des greffons, malgré leur floraison du printemps, ils ont repris vie, ont donné de nouveaux bourgeons, puis des rameaux feuillés, aujourd'hui bien verts et suffisamment vigoureux. Bien plus, l'un des greffons a donné actuellement une inflorescence qui a porté trois fleurs normales. La fructification s'est faite comme au printemps.

» Cette expérience permet de formuler les conclusions suivantes :

» 1° La similitude des habitudes du sujet et du greffon n'est point une condition absolue de réussite des greffes;

» 2° On peut rajeunir des tiges aériennes de *Scopolia*, en voie de décrépitude sénile, par leur greffe sur Tomate jeune et vigoureuse;

» 3° Le greffage modifie quelquefois profondément les habitudes d'une plante, et, dans le *Scopolia*, il peut faire apparaître une seconde floraison annuelle, c'est-à-dire faire acquérir à cette plante la propriété de remonter. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 juillet 1902.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1901-1902. Tome VI, 1er fascicule. Grenoble, Allier frères, 1902; 1 vol. in-8°.

Les alumines chromées et la constitution du rubis, par A. Duboin. Grenoble. Allier frères, 1902; 1 broch. in-8°.

Travaux du Laboratoire de recherches scientifiques et industrielles de G. Jacquemin. Malzéville-Nancy, Edg. Thomas; 1 broch. in-8°.

L'amélioration des vins, des cidres et des hydromels par les levures sélectionnées de l'Institut La Claire, préparées par le système G. Jacquemin. Malzéville-Nancy, E. Thomas; 1 broch. in-8°.

Projet d'organisation du mouvement scientifique universel en anglais, espagnol, français, allemand, italien, par le Dr E.-M. Cavazzutti. Buenos-Aires, Cooperativa typografica, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bergens museums Aarbog, 1902 : *Afhandlinger og aarsberetning udgivne af Bergens museum*, ved Dr J. Brunchorst. Bergen, John Griegs Bogtrykkeri, 1902; 1 broch. in-8°.

Opere matematiche di Francesco Brioschi, Tomes I et II. Milano, Ulrico Hoepli, 1902; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 aout 1902.

Annales du Ministère de l'Agriculture, nos 1 et 2. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 2 vol. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, t. XII. Paris, G. Masson, 1902; 1 vol. in-4°.

Cape meridian : Observations, 1877, 1878-79, 1896-97, 1898-99. Edinburgh, Neill et Cie, 1901 ; 2 vol. in-8° et 2 vol. in-4°.

Greenwich : Observations, 1899. Edinburgh, Neill et Cie, 1901 ; 2 vol. in-4°.

De la fièvre bilieuse hémoglobinurique en Grèce, par le Dr Cardamatis. Syra, Renieri Brindesi, 1901 ; 1 fasc. in-8°.

Recueil de l'Institut botanique, publié par L. Errera, t. V. Bruxelles, H. Lamertin, 1902; 1 fasc. in-8°.

Wiadomosci matematyczne, par S. Dickstein, t. VI. Warszawa, Druk Josefa Sikorskiego, 1902; 1 vol. in-8°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der kaiserlich-japanischen Universität zu Tokio. Band V, n° 4. Tokio, 1902; 1 vol. in-8°.

Icones fungorum ad usum sylloges saccardianæ adcommodatæ auctore A.-N. BERLESE, vol. III. Patavii, typis seminarii, 1902; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 AOUT 1902.

Geologisk öfversiktskarta, öfver Finland. Sektionen C. 2 : Saint-Michel. Helsingfors, 1902; 1 broch. in-8° avec Carte.

Industristyrelsen meddelanden, Finland, nos 32 et 33. Helsingfors, 1902; 2 broch. in-8°.

Mémoires de l'Université de la Nouvelle-Russie. Odessa, Typographie économique, 1902: 1 vol. in-8°.

Boletin demografico de la Republica mexicana, 1900. Mexico, 1901; 1 vol. in-4°.

Censo y distrito territorial del distrito federal verificados en 1900. Mexico, 1901; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 AOUT 1902.

Quelques notes sur l'exploitation des sources thermales dans le midi de la Gaule, par ALFRED CARAVEN-CACHIN. Paris, Masson et Cie, J.-B. Baillière et fils, 1902; 1 fasc. in-8°.

Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord, par LOUIS DUPARC et FRANCIS PEARCE; 1re Partie. (*Mémoires de la Société de Physique et Histoire naturelle de Genève;* vol. XXXIV, fasc. 2.) Genève, Georg et Cie; Paris, G. Fischbacher; 1 vol. in-4°.

La coltivazione del tabacco indigeno, del Dottoro LEONARDO RICCIARDI. Naples, 1902; 1 fasc. in-8°.

Royal Society. Report to the malaria Committee; seventh series. Londres, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen an den Regenstationen der kaiserlichen livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Sozietät, für das Jahr 1900. Dorpat, 1902; 1 fasc. in-4°.

Informes presentados a la Secretaria de Fomento por el Director del Observatorio astronomico nacional sobre los trabajos del establecimento, desde jullio de 1899 *hasta diciembre de* 1901. Mexico, 1902; 1 fasc. in-8°.

Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Geschäftliche Mitteilungen; 1902, Heft 1. Gœttingue, 1902; 1 fasc. in-8°.

Annals of the Royal Observatory, Edinburgh; vol. I, edited by RALPH COPELAND. Glasgow, 1902; 1 vol. in-4°.

Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino; serie seconda, t. LI. Turin, Carlo Clausen, 1902; 1 vol. in-4°.

Commission géologique du Canada. Rapport annuel; nouvelle série, vol. XI, 1898. Ottawa, S.-E. Dawson, 1901; 1 vol. in-8° et 3 cartes h. t.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 SEPTEMBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvelles expériences sur la limite d'intensité du courant d'une pile qui correspond à la manifestation d'un débit électrolytique extérieur, apparent dans un voltamètre;* par M. BERTHELOT.

« J'ai poursuivi l'étude des piles fondées sur des réactions salines, sans le concours de l'attaque des métaux ou des sels métalliques proprement dits, étude dont les premiers résultats ont été communiqués à l'Académie; j'ai fait un grand nombre d'observations nouvelles et inédites, et j'ai réuni le tout dans les numéros des *Annales de Chimie et de Physique* (octobre et novembre), auxquels je prends la liberté de renvoyer les personnes qui désireraient prendre une connaissance complète de mes recherches sur ce genre de piles, fort intéressantes pour la connaissance des causes susceptibles de déterminer certaines sécrétions dans l'économie des êtres vivants. Il serait trop long de résumer ici toutes ces nouvelles observations; mais je crois utile d'en détacher celles qui complètent la détermination de la limite d'intensité correspondant à la manifestation d'un débit électrolytique extérieur, sujet ébauché dans deux numéros des *Comptes rendus* (t. CXXXIV, 23 juin 1902, p. 1462, et t. CXXXV, 7 juillet 1902, p. 5).

» J'ai déterminé ces limites avec deux voltamètres différents : l'un renfermant de l'acide sulfurique étendu seulement, avec électrodes à la Wollaston, voltamètre dans lequel la production d'une réaction continue visible (dégagement d'hydrogène et d'oxygène) exige une force électromotrice minima comprise entre $1^{\text{volt}},5$ et $1^{\text{volt}},6$; l'autre, le même acide étendu additionné de pyrogallol, voltamètre dans lequel l'hydrogène seul

se dégage d'une façon continue, sous l'influence d'une force électromotrice minima voisine de $0^{volt},8$.

» J'ai fait varier successivement les conditions suivantes : pression extérieure; concentration de l'acide; concentration du pyrogallol additionnel; excès de la force électromotrice de la pile sur la force électromotrice minima nécessaire pour déterminer une électrolyse continue.

» La résistance extérieure employée pour atteindre la limite vers laquelle le débit électrolytique cesse d'être manifeste a varié depuis des valeurs très petites jusqu'à 1 000 000 d'ohms. Cette résistance étant mesurée, ainsi que la force électromotrice, des formules connues permettent de calculer l'intensité i et de déduire de celle-ci le poids d'hydrogène h dégagé en 1 minute. Les déterminations de cette limite sont d'ailleurs approximatives, comme toute mesure relative aux débuts d'un phénomène. On trouvera des détails plus étendus dans le Mémoire complet; je me bornerai à reproduire ici des Tableaux qui résument les mesures.

I. — Acide sulfurique seul dans le voltamètre.

» 1. *Pression extérieure variable* dans le voltamètre. 2 Daniells. Température, 20°. — J'appellerai *force électromotrice déterminante* l'excès de la force électromotrice de la pile sur celle qui détermine la réaction dans le voltamètre : soit, pour la pile employée, $2^{volts},24 - 1^{volt},60 = 0^{volt},64$. R est la résistance extérieure. La liqueur du voltamètre renferme 106^{g} de SO^4H^2 par litre.

		Électrolyse.			
	R.	Nette.		R.	Lente.
Pression $0^{m},760$...	2000^{ohms}...	i	$= 0^{amp},0003$ (¹)	3000^{ohms}...	0,0002 (²)
		h	$= 0^{mg},00019$		0,00013
» 0,250...	10000...	i	$= 0^{amp},00006$ (¹)	20000...	0,000032
		h	$= 0^{mg},000037$ (¹)		0,000019
» 0,050...	20000...	i	$= 0^{amp},00003$	30000...	0,00002
		h	$= 0^{mg},000019$		0,000015
» 0,005...	30000...	i	$= 0^{amp},000021$	40000...	0,000013
		h	$= 0^{mg},000014$		0,000010

» La limite de pression répond à une résistance extérieure d'autant

(¹) Gaz aux deux pôles ($H^2 + O$).
(²) Gaz surtout au pôle + (H^2).

plus grande que la pression est moindre. L'étendue des variations de résistance a été de 1 : 15; celle des variations de pression de 1 : 152, dix fois plus considérable.

» 2. *Acide sulfurique seul. Concentration variable.* — Sous la pression $0^m,760$: $t = 31°$. 2 Daniells.

	Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité.	Hydrogène par minute.
		ohms	amp	mg
Acide renfermant par litre 307g.........	nette	2000 [1]	0,00032	...0,00019
	lente	3000	0,00021	...0,00013
Acide renfermant par litre 106g.........	nette	2000	0,0003	...0,00019
	lente	3000	0,0002	...0,00013
	indices?	7000	0,0001	...0,00005
Acide renfermant par litre 1g...........	nette	1000 [1]	0,00064	...0,00038
	lente	3000 [2]	0,00021	...0,00013

» On voit que la concentration entre 200g et 100g d'acide n'influe guère sur les limites. Dans une liqueur très étendue cependant, le dégagement cesse de se produire avec une résistance notablement plus faible. Ceci doit tenir plutôt à un changement dans la cohésion du liquide que dans la conductibilité. En effet, les résistances spécifiques des dissolutions d'acide sulfurique, déduites par le calcul des conductibilités mesurées par M. Bouty, répondraient, vers 18° à 20°, aux valeurs suivantes :

$r = 2^{ohms},48$ pour la solution à 1g par litre
$r = 2^{ohms},64$ » » 94g »

Elles varient rapidement avec la température. Toutes ces résistances sont d'ailleurs à peu près négligeables vis-à-vis des résistances extérieures mises en jeu dans les présentes expériences.

» Donnons encore une expérience exécutée en électrolysant une dissolution de soude ($20^g NaOH = 1^l$) dans le voltamètre, sous la pression $0^m,760$. On opère avec 2 Daniells.

	Électrolyse		
	nette.	lente.	Indices.
Résistance............	500^{ohms}	1000^{ohms}	5000^{ohms}
Intensité.............	$0^{amp},0012$	0,0006	0,00012
Hydrogène par minute.	$0^{mg},0008$	0,0004	0,00008

---

(1) Gaz aux deux pôles ($H^2 + O$).
(2) Gaz surtout au pôle + (H^2).

» La résistance spécifique d'une solution de soude renfermant 25^g au litre, d'après les nombres de Kohlrausch, répondrait à $9^{ohms},3$ à 18°. Ici l'accroissement de résistance spécifique correspond à l'abaissement de la limite.

» 3. *Acide sulfurique seul. Force électromotrice déterminante variable.* — J'ai fait varier cette force électromotrice déterminante E_1 depuis celle qui répond à 6 Daniells ($6^{volts},6$), jusqu'à 2 Daniells ($2^{volts},2$); soit E_1 depuis 5^{volts} jusqu'à $0^{volt},6$.

» Au cours des expériences faites avec des éléments de pile différents des Daniells, E_1 a même été réduit jusqu'à une valeur voisine de $0^{volt},1$.

» En ce moment je donne seulement les résultats obtenus avec les éléments Daniell, sous deux pressions différentes.

» 1° Sous la pression normale $0^m,760$:

Électrolyse.		Résistance extérieure.	Intensité limite.	Hydrogène par minute.
		ohms	amp	mg
2 Daniells $E_1 = 0^{volt},6$	nette......	2000	0,000 30	0,000 19
	lente......	3000 à 4000	0,000 20 à 0,000 15	0,000 12 à 0,000 10
6 Daniells $E_1 = 5^{volts},0$	nette......	20000	0,000 25	0,000 15
	lente......	30000	0,000 17	0,000 10

» 2° Sous la pression $0^m,008$:

Électrolyse.		Résistance extérieure.	Intensité limite.	Hydrogène par minute.
		ohms	amp	mg
2 Daniells $E_1 = 0^{volt},6$	nette......	30000	0,000020	0,000012
	lente......	50000	0,000012	0,000007
6 Daniells $E_1 = 5^{volts},0$	nette......	200000	0,000025	0,000015
	lente......	500000	0,000010	0,000006

» On peut admettre que la limite d'intensité, sous une pression donnée, est sensiblement la même; c'est-à-dire indépendante de la force électromotrice déterminante. Ce résultat est d'ailleurs conforme à la théorie.

II. — Acide sulfurique étendu avec addition de pyrogallol.

» Voici maintenant des expériences exécutées avec l'acide sulfurique étendu additionné de pyrogallol, dans le voltamètre. On a opéré avec 1 Daniell, la force électromotrice de cet élément étant suffisante pour électrolyser l'eau.

» 1. *Pression variable.* — Acide sulfurique SO^4H^2. 106g par litre, renfermant en outre pyrogallol ($C^6H^6O^3$: 10g); $t = 20°$.

	Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité i'.	Hydrogène par minute.
		ohms	amp	mg
Pression 0m,760	nette......	2000	0,00016	0,00010
	lente......	4000 à 5000	0,00008 à 0,00006	0,00005 à 0,00004
» 0,250	nette......	8000	0,00004	0,000025
	lente......	10000	0,000032	0,000019
» 0,050	nette......	10000	0,000032	0,000019
	lente......	20000	0,000016	0,000010
	indices....	40000	»	»
» 0,005	nette......	30000	0,000011	0,000006
	lente......	50000	0,0000064	0,0000038
	indices....	80000	»	»

» D'après ces nombres, la limite de pression pour laquelle le dégagement gazeux est net répond à une résistance extérieure d'autant plus considérable que la pression est moindre, de même qu'avec l'acide sulfurique sans pyrogallol. Les intensités limites avec le pyrogallol sont environ la moitié de celles que l'on observe sans pyrogallol; conformément à la relation des forces électromotrices nécessaires, soit $2,2 - 1,6 = 0^{volt},6$ avec le voltamètre à acide seul, actionné par 2 Daniells, et $1,1 - 0,8 = 0^{volt},3$ avec le voltamètre à pyrogallol, actionné par un seul Daniell.

» 2. *Acide sulfurique et pyrogallol. Concentration variable.* — Sous la pression 0m,760; 1 Daniell; $t = 21°$.

» 1° Acide SO^4H^2 : 307g par litre.

		Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité i'.	Hydrogène par minute.
	g		ohms	amp	mg
Pyrogallol	50........	nette	4000	0,000064	0,000038
	50........	lente	10000	0,000032	0,000019
	50........	indices	20000	»	»
Pyrogallol	10........	nette	5000	0,000064	0,000038
	10........	lente	10000	0,000032	0,000019
	10........	indices	20000	»	»

» Les résultats sont à peu près identiques; le pyrogallol n'agissant que pour absorber l'oxygène, et se trouvant en excès.

» 2° Acide SO^4H^2 : 106g par litre.

		Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité i'.	Hydrogène par minute.
	g		ohms	amp	mg
Pyrogallol	10........	nette	2000	0,00016	0,00010
	10........	lente	5000	0,00006	0,00004
	10........	indices	8000	»	»

» La sensibilité paraît moindre avec cette proportion d'acide.

» 3° Acide SO^4H^2 : 1g par litre.

		Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité i'.	Hydrogène par minute.
	g		ohms	amp	mg
Pyrogallol	10........	nette	1000	0,00032	0,00049
	10.......	lente	2000	0,00016	0,00038
	10	indices	6000	0,00005	0,00003

» 4° Acide : 1g par litre.

		Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité i'.	Hydrogène par minute.
	g		ohms	amp	mg
Pyrogallol	100.......	nette	500	0,0006	0,0004
	100.......	lente	2000	0,00016	0,00010
	100.......	indices	5000	»	»

» L'électrolyse se fait de moins en moins nettement sous une résistance donnée, lorsque l'excès de pyrogallol devient énorme : la présence de ce composé modifie sans doute la cohésion du liquide, et par suite la facilité du dégagement des bulles.

» 3. *Acide sulfurique et pyrogallol. Force électromotrice déterminante variable.* — J'ai fait varier cette force depuis la valeur répondant à 6 Daniells jusqu'à 1 Daniell ; soit E_1 depuis 5volts, 8 jusqu'à 0volt, 03.

» Au cours des expériences, faites avec des éléments de pile différents, E_1 a été réduit jusqu'à 0volt, 03 ; les limites ont été trouvées les mêmes.

» En ce moment, je donne seulement les résultats obtenus avec les éléments Daniell sous deux pressions différentes.

» 1° Sous la pression normale 0m, 760 :

	Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité limite.	Hydrogène par minute.
		ohms	amp	mg
1 Daniell $E_1 =$ 0volt, 3	nette...	2000	0,00016	0,00010
	lente...	4000	0,00008	0,00005
6 Daniells $E_1 =$ 5volts, 8	nette...	40000	0,00015	0,00009
	lente...	50000	0,00012	0,00007

2° Sous la pression $0^m,005$:

	Électrolyse.	Résistance extérieure.	Intensité limite.	Hydrogène par minute.
		ohms	amp	mg
1 Daniell $E_1 = 0^{volt},3$	nette...	30000	0,000010	0,000006
	lente...	50000	0,000006	0,000004
6 Daniells $E_1 = 5^{volts},8$	nette...	500000	0,000012	0,000007
	lente...	800000	0,000007	0,000004

» L'intensité limite est sensiblement la même avec 1 et 6 Daniells, sous une même pression; ce qui concorde avec le résultat obtenu sans pyrogallol dans le voltamètre.

» Tels sont les faits observés. Assurément, il serait fort inexact de prétendre qu'au-dessous de ces limites il n'y ait plus d'électrolyse; mais c'est le terme au-dessous duquel, dans les conditions où j'ai opéré, les gaz produits demeurent dissous. Si l'on prolonge la réaction, ils se diffusent sans manifestation apparente dans les espaces ambiants; ou peut-être s'y recombinent-ils peu à peu, par l'effet de la polarisation.

» Observons ici, pour bien définir les résultats présents, que s'il est vrai qu'un courant électrique, si faible qu'il soit, traverse toujours un liquide conducteur, il paraît cependant, — comme je l'ai établi par mes recherches sur la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène avec le platine (¹), métal susceptible d'être employé comme électrode dans les piles; — il paraît, dis-je, que l'*énergie chimique nécessaire est*, en réalité, *toujours présente pour commencer l'action*, mais *non pour l'entretenir*, distinction capitale. En effet, l'énergie voltaïque ne saurait donner lieu à une électrolyse extérieure continue que si elle est entretenue par une réaction intérieure, également continue et susceptible de maintenir une force électromotrice dont la valeur surpasse une certaine limite (²). Autrement le renouvellement d'énergie, attribuable aux phénomènes de diffusion et analogues, est trop petit pour donner lieu à un travail électrolytique continu et manifeste; tandis que les actions de contact sont au contraire suffisantes pour établir une différence de potentiel entre les deux piles.

» Si l'on compare les poids d'hydrogène manifestés dans ces expériences avec les poids d'argent susceptibles d'être précipités par les mêmes intensités, on trouve qu'un millionième de milligramme par minute d'hydro-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ s., t. XXX, 1883, p. 537.
(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXVII, 1882, p. 91.

gène équivaut à un dix-millième de milligramme d'argent, quantité non pondérable et presque insensible. Au bout d'une heure, on aurait un cent-soixantième de milligramme d'argent. Pour un dix-millième de milligramme d'hydrogène, on n'aurait encore qu'un centième de milligramme d'argent par minute; à peine plus de $\frac{1}{2}$ milligramme par heure. Le dégagement de l'hydrogène est donc incomparablement plus sensible.

» L'ordre de grandeur (ou de petitesse) des réactions des piles définies par ces expériences est celui qui est compatible avec les phénomènes physiologiques normaux, que des réactions d'électrolyse trop énergiques troubleraient profondément.

» Il correspond également à la faiblesse des poids de matière transformés en acides en 24 heures par le fait des sécrétions, aussi bien qu'avec les quantités presque infinitésimales produites à chaque seconde pendant la durée de chaque onde sanguine qui traverse l'organe sécréteur. Ce sont là des conditions que l'on ne doit pas perdre de vue.

» Pour essayer de préciser cette comparaison, envisageons la formation de l'acide chlorhydrique contenu dans le suc gastrique. Soit $0^g,100$ le poids de cet acide, HCl, renfermé dans le suc sécrété en 24 heures par les parois de l'estomac; ce poids dérive du liquide de 86000 ondes sanguines environ, projetées par le cœur pendant cet intervalle de temps, dans l'hypothèse d'une sécrétion uniforme. Chacune de ces ondées aurait fourni à peu près un millionième de milligramme d'acide chlorhydrique, poids dont la mise en liberté par électrolyse répondrait à environ trois cent-millioniėmes de milligramme d'hydrogène d'après la loi de Faraday. Or, cette quantité est produite par l'action de plusieurs millions de ces petits appareils à fonction diverse, que nous confondons sous le nom de *cellules;* la visibilité de la complexité de structure corrélative de ces fonctions échappant à nos sens. Le poids moyen d'acide, engendré par chacun de ces petits appareils aux dépens d'une seule ondée sanguine, équivaudrait dès lors à quelques quadrillionièmes de milligramme d'hydrogène. Cependant l'intégration de cette production d'acide fournit le poids total qui détermine les effets diurnes de la digestion stomacale et spécialement de celle des aliments azotés. On conçoit par là comment la formation des composés contenus dans les sécrétions animales — : acides, alcalis, produits d'oxydation ou de réduction, toxines, venins, vaccins, etc. ; — serait susceptible d'être accomplie par certaines combinaisons de piles fondées sur des réactions salines; la faiblesse même de ces réactions étant compatible, comme nature et comme intensité, avec le fonctionnement normal de nos organes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés d'un nouveau siliciure de vanadium.* Note de MM. **H. Moissan** et **Holt**.

« Dans une Note précédente [1] nous avons indiqué l'existence d'un siliciure de vanadium VSi^2, préparé par réduction de l'acide vanadique au four électrique en présence d'un excès de silicium. Nous avons fait remarquer à ce propos que l'équilibre qui se produisait à haute température, entre l'acide vanadique et le silicium, était variable suivant que l'un des deux corps se trouvait en excès dans le mélange fondu.

» Nous avons obtenu un autre siliciure de formule V^2Si en maintenant dans la préparation un excès de vanadium; seulement, cette expérience est assez délicate à cause de la facile vaporisation à cette haute température, soit de l'acide vanadique, soit de l'oxyde de vanadium V^2O^3.

» Lorsque l'on chauffe au four électrique un excès de l'oxyde V^2O^3, en présence de silicium, on obtient un mélange de plusieurs siliciures renfermant les composés VSi^2 et V^2Si. Mais comme le siliciure le plus riche en vanadium VSi^2 est moins fusible que l'autre, la chauffe doit être prolongée. Dès lors, l'excès d'oxyde de vanadium est volatilisé et l'on retombe dans les conditions de formation du siliciure VSi^2, stable en présence d'un excès de silicium.

» Un certain nombre d'expériences ont été poursuivies en réduisant par le magnésium un excès d'acide vanadique en présence de silicium. Ce mélange, au contact d'une flamme, devient explosif, mais ne fournit pas de siliciure de vanadium.

» *Préparation du siliciure* V^2Si. — 1° Nous avons pu cependant obtenir ce siliciure en chauffant, dans un creuset, au four électrique un mélange de V^2O^3 120g, Si 14g, au moyen d'un courant de 1000 ampères sous 50 volts. La quantité d'oxyde de vanadium employée dans ce mélange est quatre fois supérieure à celle qui serait nécessaire pour donner ce siliciure d'après l'égalité suivante :

$$2V^2O^3 + 5Si = 2V^2Si + 3SiO^2.$$

» Si l'on répète cette réaction avec l'acide vanadique, il faut employer

---

[1] Moissan et Holt, *Préparation et propriétés d'un siliciure de vanadium* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 78).

un poids dix fois supérieur à celui qui est indiqué par l'égalité suivante :

$$2V^2O^5 + 7Si = 2V^2Si + 5SiO^2.$$

» Pendant cette préparation, la plus grande partie du vanadium est volatilisée, et il ne reste, si la chauffe n'a pas été trop longue, qu'un petit lingot de siliciure V^2Si. A la partie supérieure de ce lingot on trouve toujours une petite quantité d'une matière noire, amorphe, non attaquable par les acides et les alcalis, et qui se sépare facilement du siliciure blanc à aspect métallique. On réduit ce siliciure en petits fragments, puis on le chauffe avec de l'acide sulfurique concentré pendant 2 heures. Après lévigation à l'eau, on le concasse sous forme d'une poudre grossière qui est maintenue dans une solution bouillante de potasse à 10 pour 100. Enfin, on traite par le bromoforme, pour séparer quelques cristaux de graphite.

» 2° Nous avons encore obtenu ce siliciure par l'action du silicium sur le carbure de vanadium [1]. Ce dernier composé, étant stable et peu volatil à la température du four électrique, permet de maintenir à l'état liquide un excès de vanadium en présence du silicium liquide. A cet effet, nous avons chauffé un mélange d'oxyde de vanadium, de silicium et de carbone répondant à l'égalité suivante :

$$2V^2O^3 + 2Si + 3C = 2V^2Si + 3CO^2,$$

en ayant soin toutefois d'augmenter de $\frac{1}{10}$ le poids de l'oxyde de vanadium. Ce mélange est chauffé dans un creuset de charbon pendant 4 minutes avec un courant de 500 ampères sous 50 volts. Le culot très bien fondu, retiré du creuset, renfermait un mélange de siliciure V^2Si et du carbure de vanadium VC.

» Pour obtenir le siliciure pur, la masse concassée est chauffée plusieurs heures avec de l'acide azotique à 50 pour 100 qui détruit tout le carbure, puis avec une solution de potasse à 10 pour 100.

» 3° Enfin, nous avons utilisé le siliciure de cuivre, maintenu à son point d'ébullition, pour faire réagir un excès de vanadium sur le silicium.

» Nous avons préparé tout d'abord le mélange suivant : oxyde de vanadium, V^2O^3, 15 parties; silicium, 7; cuivre, 2. Nous avons chauffé ensuite ce mélange au four électrique, dans un creuset de charbon, pendant 4 minutes avec un courant de 700 ampères sous 50 volts. Le bain liquide

---

(1) H. Moissan, *Étude de la fonte et du carbure de vanadium* (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1297, et *Le Four électrique*, p. 241.

que l'on obtenait ainsi renfermait une solution de siliciure de vanadium V^2Si dans un mélange de siliciure de cuivre et d'un alliage cuivre-vanadium. Le culot métallique homogène et bien fondu était concassé en poudre grossière, puis chauffé plusieurs heures au bain-marie avec de l'acide azotique à 50 pour 100. Le siliciure de cuivre et l'alliage cuivre-vanadium sont détruits. Le résidu est ensuite traité par une solution bouillante de potasse à 10 pour 100. Enfin, le graphite est séparé par le bromoforme. Dans cette préparation, le siliciure est toujours mélangé d'une certaine quantité de carborundum.

» *Propriétés.* — Ce nouveau siliciure est cristallisé en prisme et possède une couleur blanche rappelant celle de l'argent. Les cristaux, très brillants, présentent un aspect métallique; ils sont cassants et rayent le verre avec facilité. Leur densité est de 5,48 à 17°. Ce siliciure est fusible dans le four électrique à une température plus élevée que le siliciure VSi^2.

» Ce nouveau composé est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et la benzine.

» Le fluor n'attaque pas ce siliciure à froid, mais si l'on chauffe légèrement, il se produit une incandescence assez faible, avec formation d'un résidu brun verdâtre. Le chlore l'attaque facilement au rouge, sans incandescence, en produisant un liquide qui est un mélange de chlorure de vanadium, VCl^4 et de chlorure de silicium $SiCl^4$. Le brome l'attaque facilement au rouge sans incandescence en donnant un sublimé noir amorphe de bromure de vanadium VBr^3 et un résidu qui se trouve surtout dans la nacelle et qui est formé de bromure de silicium Si^2Br^6. A la même température l'attaque par l'iode n'est que superficielle.

» Vers 1000° la vapeur d'eau ne produit qu'une attaque superficielle; les cristaux prennent une couleur bleutée, et, après cette expérience, lorsqu'on les traite par l'acide azotique, ils produisent un liquide bleu renfermant de l'oxyde V^2O^4.

» De même, la réaction n'est que superficielle à la température du rouge, en présence de la vapeur de soufre et de l'hydrogène sulfuré.

» A la même température, le gaz ammoniac ne fournit aucune réaction avec ce siliciure.

» Au contraire, le gaz acide chlorhydrique vers 800° l'attaque complètement, sans incandescence, en produisant une masse de petits cristaux brillants de couleur brun rouge. Ces cristaux sont de suite décomposés par l'eau, avec formation d'une solution brune qui, par addition d'acide azotique, devient bleu verdâtre. Ces cristaux sont de même décomposés

par les acides azotique et chlorhydrique avec dégagement gazeux et production d'une solution riche en vanadium. Il se forme, dans cette réaction de l'acide chlorhydrique sur le siliciure de vanadium, un chlorure double de silicium et de vanadium.

» Le siliciure de vanadium, chauffé au four électrique, en présence du carbone, est partiellement décomposé et donne naissance à un équilibre entre le carbure et le siliciure, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment à propos de la préparation. Ce siliciure, de formule V^2Si, est stable en présence d'un excès de carbure fondu.

» Chauffé au four électrique, au contact d'un excès de silicium liquide maintenu à son point d'ébullition, il fond, se dissout, puis se décompose, ne pouvant pas exister dans ces conditions : il se transforme complètement en siliciure VSi^2 qui a été recueilli et analysé. Cette réaction permet donc de passer de l'un à l'autre des deux siliciures de vanadium.

» Le siliciure de vanadium V^2Si est décomposé au rouge par le sodium en fusion. De même, en présence d'un grand excès de cuivre fondu au four électrique, il fournit du siliciure de cuivre et un alliage silicium-vanadium. Il est peu attaqué par l'argent à sa température d'ébullition; cependant, on reconnaît que ce métal, après solidification, abandonne une petite quantité de silicium amorphe. Il en est de même pour l'étain. Le siliciure de vanadium est insoluble dans l'aluminium maintenu à son point d'ébullition. Enfin, il est un peu soluble dans le siliciure de cuivre en fusion.

» Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique sont sans action sur ce siliciure; il en est de même d'un mélange d'acide azotique et d'acide chlorhydrique ou d'acide azotique et d'acide sulfurique.

» Au contraire, une solution même étendue d'acide fluorhydrique l'attaque à froid.

» Les solutions alcalines de potasse, de soude et d'ammoniaque n'ont aucune action sur le siliciure, mais la potasse en fusion l'attaque avec facilité. Un mélange d'azotate de potassium et de carbonate de sodium le transforme au rouge sombre en vanadate et en silicate.

» *Analyse.* — Les dosages du vanadium et du silicium dans ce nouveau composé ont été faits par les méthodes décrites antérieurement à propos du siliciure VSi^2. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie pour V^2Si.
Vanadium	78,52	79,12	77,60	78,46
Silicium	20,90	21,51	21,83	21,54

» Le premier échantillon renfermait 1,90 de carborundum, le second 4,22, et le troisième 2,80.

» *Conclusions.* — Nous avons obtenu un nouveau siliciure de vanadium V^2Si, plus difficilement fusible au four électrique que le siliciure VSi^2. Sa composition, sa densité, sa couleur, son attaque plus facile par le fluor, le chlore, et surtout le brome, l'action de l'acide chlorhydrique, enfin sa facile décomposition par le silicium en fusion suffisent pour le différencier nettement du siliciure VSi^2. Ces expériences établissent de plus que les lois qui président aux équilibres dans les solutions, à la température ordinaire, s'appliquent aussi aux réactions du four électrique qui se produisent entre le silicium, le siliciure de cuivre et le carbure de vanadium à leur température d'ébullition. »

BOTANIQUE. — *Sur la double fécondation chez les Crucifères.* Note de M. L. Guignard.

« Les recherches que j'ai publiées dans ces dernières années sur la double fécondation s'étendent actuellement à une dizaine de familles appartenant aux divers groupes des Angiospermes. Celles qui font l'objet de cette Note se rapportent aux Crucifères, parmi lesquelles le *Capsella Bursa pastoris* et le *Lepidium sativum* m'ont permis de suivre tous les stades du phénomène.

» Dans cette famille, l'ovule est, comme on sait, campylotrope et bitégumenté. Les bords du tégument interne sont étroitement accolés; ceux du tégument externe, au contraire, laissent entre eux un canal assez large. En se développant, le sac embryonnaire détruit les deux tiers supérieurs du nucelle ovulaire et vient s'appliquer directement contre le tégument interne. Avec la partie basilaire non résorbée du nucelle, il forme une sorte de tube en U, à branches écartées et inégales, dont il occupe la plus grande ainsi que la courbure.

» L'appareil sexuel présente la structure normale. L'oosphère se distingue très nettement des synergides par sa plus grande dimension, son noyau plus gros et son aspect spécial; les antipodes ne sont représentées que par leurs noyaux assez petits et situés dans la couche protoplasmique qui repose, à la base du sac, sur la partie persistante du nucelle. Les deux noyaux polaires ne se fusionnent que peu de temps avant l'époque de la fécondation. Dans le *Capsella,* la fusion paraît être un peu plus tardive que

dans le *Lepidium;* souvent même, lorsque le tube pollinique arrive sur l'ovule, les noyaux polaires largement accolés ont encore leurs nucléoles respectifs distincts l'un de l'autre. Dans tous les cas, le noyau secondaire volumineux qui résulte de cette fusion, après laquelle il renferme un nucléole unique, se trouve toujours très rapproché de l'oosphère et situé à une grande distance de la base du sac.

» Le tube pollinique rampe à la surface du funicule ovulaire et son extrémité, après avoir traversé le large canal de l'exostome, se renfle parfois d'une façon assez marquée avant de pouvoir s'introduire entre les bords du tégument interne pour arriver jusqu'au sac embryonnaire.

» C'est pendant le trajet du tube dans l'exostome que l'on a le plus de chances d'apercevoir à son intérieur les deux gamètes mâles. Déjà formés, tout au moins dans le *Lepidium,* à l'intérieur du grain de pollen avant sa germination sur le stigmate, ils ont la forme de petits corps ovoïdes, rapprochés l'un de l'autre et constitués presque entièrement par de la substance nucléaire; c'est à peine si l'on distingue autour d'eux une mince auréole très peu colorable représentant un cytoplasme propre.

» La double fécondation s'accomplit suivant la règle déjà connue. Dès que le tube pollinique s'est frayé passage dans l'endostome et a atteint le sac embryonnaire, les noyaux mâles se portent avec une rapidité extrême au contact des noyaux femelles avec lesquels ils doivent s'unir. L'une des synergides est désorganisée par suite de cette pénétration; l'autre, dans la plupart des cas, conserve encore pendant quelque temps sa structure et son aspect primitifs avant de se résorber. Au contact du noyau de l'oosphère et du noyau secondaire du sac qu'ils atteignent presque simultanément, les deux noyaux mâles grossissent et deviennent granuleux. Ici encore, c'est la fusion de l'un des éléments mâles avec le noyau secondaire du sac qui se complète la première, de sorte que la division de la masse commune, qui prélude à la formation de l'albumen, précède la division de l'œuf. Parfois cette division du noyau secondaire fécondé est terminée alors que l'autre élément mâle est encore facilement reconnaissable au contact du noyau de l'oosphère.

» Dans le *Capsella* et le *Lepidium,* le premier cloisonnement de l'œuf n'a lieu qu'après la formation de quatre noyaux d'albumen. Ces noyaux s'écartent et se placent à peu près à égale distance les uns des autres dans le protoplasme; ils continuent à se diviser contre la paroi du sac, qui s'élargit considérablement au niveau de la courbure dont il a été question plus haut; puis leur multiplication devient prédominante autour de l'em-

bryon, sans qu'ils cessent d'abord de rester libres dans le protoplasme qui l'entoure. Les cloisons cellulaires n'apparaissent entre eux qu'à une période assez tardive du développement de l'ovule en graine; elles se forment à partir de la périphérie du sac et à peu près en même temps sur tout son pourtour.

» Au cours de son développement, l'embryon digère peu à peu ce tissu d'albumen, dont les assises disparaissent à l'exception de celle qui est située à la périphérie. Cette assise périphérique de l'albumen, que j'ai désigné jadis sous le nom d'*assise protéique* et dont la plupart des auteurs avaient méconnu l'origine, persiste dans la graine mûre chez toutes les Crucifères, comme dans la presque totalité des familles dont la graine est dite *exalbuminée*. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine-Borrelly* (1902 *b*), *faites à l'équatorial Brünner de l'Observatoire de Lyon*, par M. J. GUILLAUME.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1902.	Temps moyen de Paris.	✶ — ★ Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 3..	11.54.47	+0.36,27	— 0.18,8	2.2	3.15.32,76	—9,665	+35.38.42,8	+0,560	*a*
3..	13. 5.14	+0.33,05	+ 0.55,5	2.2	3.15.29,54	—9,576	+35.39.57,1	+0,431	*a*
6..	11.22.43	+0. 5,08	— 1.14,0	2.2	3.11.48,29	—9,686	+37. 0. 5,5	+0,573	*c*
6..	12.26.45	—0.30,60	—10.34,0	2.2	3.11.44,56	—9,620	+37. 1.24,5	+0,450	*d*
6..	13.15.23	—0. 1,43	+ 1. 5,1	2.2	3.11.41,78	—9,534	+37. 2.24,6	+0,349	*c*
8..	11.48.56	—0. 9,62	— 8.31,1	2.2	3. 8.29,75	—9,659	+38. 2.12,7	+0,488	*e*
8..	12.52. 0	—0.14,68	— 7. 5,7	2.2	3. 8.24,69	—9,565	+38. 3.38,1	+0,350	*e*
9..	10.30. 1	—0. 7,47	+ 0. 4,2	2.2	3. 6.41,12	—9,714	+38.33.32,7	+0.620	*g*
9..	12.12.29	—0.20,54	— 0.20,2	2.2	3. 6.32,38	—9,625	+38.35.58,1	+0,415	*h*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1902,0.

★.	Désignation.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a (¹)........	Anonyme 9ᵉ,5	3.14.52,49	+4,00	+35.39. 0,4	+1,2	Rapportée à *b*.
b..........	DM + 35,680	3.17.51,71	»	+35.40.14,6	»	AG. Lund, 1747.
c..........	Anonyme 10ᵉ	3.11.39,04	+4,17	+37. 1.18,0	+1,5	Rapportée à *d*.
d..........	DM + 37,752	3.12.10,99	+4,17	+37.11.57,1	+1,4	AG. Lund, 1704.

(¹) Comparée à DM + 35,669 avec un grossissement de 70 fois, la position de l'étoile *a* est plus faible de —0ˢ,17 en α et de —1″,6 en δ que celle indiquée ici.

★.	Désignation.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
e..........	DM + 37,734	3. 8.35,07	+4,30	+38.10.42,0	+1,8	Rapportée à *f*.
f..........	DM + 37,739	3. 9.23,15	»	+38. 9.12,1	»	AG. Lund, 1678.
g..........	DM + 38,661	3. 6.44,24	+4,35	+38.33.26,5	+2,0	AG. Lund, 1653.
h..........	DM + 38,662	3. 6.48,57	+4,35	+38.36.16,3	+2,0	AG. Lund, 1654.

» Ces observations ont été faites au micromètre à fils fins, brillants, avec un grossissement de 100 fois.

» Une comparaison est la moyenne de quatre pointés sur chaque astre.

» *Remarques.* — Le 3, le noyau de la comète est estimé de $9^e,5$ environ. Le 6, la présence de cirrus gêne souvent et cause une interruption dans la première série; à la deuxième série, le voisinage de l'étoile *c* gêne les pointés. L'aspect de la comète est celui d'une nébulosité en éventail de 2′ à 3′, avec condensation autour d'un noyau stellaire de 10e-11e grandeur; queue naissante vers l'angle approché de 223°; l'éclat total est celui d'une étoile de 9e grandeur. Le 8, des cirrus gênent fréquemment. La comète mesure une largeur moyenne de 3′; queue divisée en trois, dont l'aigrette principale, celle du milieu, s'étend sur 5′ à 6′ vers l'angle de 239°. Vue avec un grossissement de 250, la nébulosité est très réduite, le noyau est *nébuleux*, allongé dans l'axe principal, avec deux cornes en avant qui s'évasent; un point stellaire de 12e au plus se devine un peu après le milieu et donne à l'ensemble l'aspect d'une petite comète de 1″ sur 2″,5 environ, dont la queue est dirigée à 180° de l'autre. Le 9, des cirrus rendent parfois la comète très faible et les pointés sont difficiles. A la deuxième série, le voisinage d'une étoile de $9^e,5$ gêne une partie des mesures. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Organisation, à l'Observatoire de Meudon, des spectrographes automatiques dits* des vitesses, *qui enregistrent les mouvements radiaux et l'épaisseur de la chromosphère solaire.* Note de **M. H. Deslandres.**

« Dans une Note des *Comptes rendus* de 1893, t. CXVII, p. 716, intitulée *Sur l'enregistrement des éléments variables du Soleil*, j'ai réclamé l'enregistrement continu : 1° de la surface même du Soleil ou photosphère avec les appareils photographiques ordinaires; 2° de la chromosphère entière et de ses plages brillantes, avec les spectrographes automatiques à mouvement continu, dits *spectrographes des formes;* 3° des vitesses radiales de la chromosphère entière avec d'autres spectrographes dits *des vitesses,* automatiques et à mouvement discontinu, qui donnent en plus l'épaisseur de la chromosphère au bord.

» Ces deux spectrographes, des formes et des vitesses, sont le résultat des découvertes qui ont révélé de 1891 à 1893 la chromosphère entière

du Soleil d'après les recherches simultanées faites par Hale à Chicago et par moi-même à Paris. Jusqu'alors la chromosphère et les protubérances étaient relevées seulement à l'extérieur du bord solaire, d'après la méthode spectrale de Janssen et Lockyer, et par l'observation oculaire. Les nouvelles méthodes photographiques la décèlent dans la partie entière qui est projetée sur le disque, à l'intérieur du bord, et sur une surface cent fois plus grande qu'auparavant.

» Mais le manque de ressources n'a pas permis encore de réaliser d'une manière complète le plan précédent, qui doit fournir le relevé exact des variations incessantes du Soleil et de son atmosphère, et élucider, en particulier, les relations supposées avec le magnétisme terrestre.

» Cependant, j'ai organisé à Paris, en 1893, un spectrographe des formes ([1]) qui, jusqu'en 1898, a fourni journellement au moins une image de la chromosphère entière (intérieure et extérieure au bord) avec les protubérances.

» De même, en 1894, j'ai organisé à Paris un spectrographe des vitesses, qui a été en service pendant une année au moins (*Bulletin astronomique*, octobre 1894).

» Puis, en 1898, ayant été nommé astronome à l'Observatoire de Meudon, je me suis proposé d'y installer les mêmes appareils et dans des conditions encore meilleures.

» A l'aide d'un crédit spécial accordé par l'Académie, j'ai organisé d'abord en 1899 un spectrographe automatique des formes, qui donne une image de la chromosphère solaire deux fois plus grande que l'appareil de Paris (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 1222).

» Or, cette année, j'ai pu organiser un spectrographe automatique des vitesses dont le besoin s'était fait nettement sentir à l'occasion de la perturbation coronale relevée par Perrine dans la dernière éclipse totale du Soleil. L'épreuve de la couronne faite à Sumatra, le 18 mai 1901, a été rapprochée utilement des épreuves de la chromosphère entière obtenue le même jour à Meudon. Le rapprochement eût été complet si l'on avait eu en même temps les vitesses radiales (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1285).

» J'ai profité de l'expérience acquise avec l'appareil précédent de 1894, et j'ai été conduit à organiser deux spectrographes des vitesses distincts; à savoir : un spectrographe A, à faible dispersion et à pose courte, qui

([1]) On appelle aussi parfois ces spectrographes des formes *spectrographes enregistreurs à deux fentes* ou encore *spectrohéliographes*.

n'est autre que le spectrographe des formes adapté rapidement à ce nouvel usage, pour la chromosphère extérieure au bord et les protubérances; et un spectrographe B, à grande dispersion et à longue pose, pour la chromosphère intérieure au bord.

» En effet, d'après les résultats de 1894, la vitesse radiale des protubérances est notable, et d'autant plus grande que la protubérance est plus haute; elle s'accommode d'une faible dispersion; mais avec la chromosphère intérieure, dont l'image est formée surtout par les parties basses, il faut employer une forte dispersion qui, seule, peut d'ailleurs donner tous les détails.

» Ces spectrographes des vitesses juxtaposent, comme on sait, les spectres de nombreuses sections équidistantes faites dans une image fixe du Soleil, fournie par un objectif astronomique et un héliostat polaire. Or, la transformation du spectrographe des formes en spectrographe des vitesses A a été réalisée d'une manière simple et rapide. La fente du collimateur n'est pas changée, mais celle de la chambre est élargie jusqu'à $0^{mm},9$, de manière à isoler non plus seulement la raie brillante K, émise fortement par la chromosphère, mais en plus une petite portion du spectre continu dû à la photosphère. D'autre part, la clepsydre, qui produit le mouvement continu du spectrographe des formes, est écartée, et l'on met en œuvre à sa place une sorte d'horloge, dont la description ici serait trop longue, mais qui, à des intervalles réguliers de 6 secondes, déplace brusquement le spectrographe entier de $0^{mm},33$ devant l'image fixe du Soleil; en même temps, la plaque photographique se déplace de 1^{mm}.

» Ces déplacements ont lieu au commencement de l'intervalle, la fente du collimateur étant masquée par un petit écran; puis, vers la troisième seconde, l'écran s'écarte automatiquement et laisse passer la lumière solaire qui agit avec une pose variable de 2 à 4 secondes, suivant l'état de l'atmosphère; à la fin de l'intervalle, l'écran masque de nouveau la fente. Bref, l'image finale comprend 90 petits spectres qui donnent les vitesses radiales et l'épaisseur en 180 points du bord. De plus, ces points sont réunis sur un cercle qui a exactement le même diamètre (95^{mm} environ) que l'image continue donnée par l'appareil fonctionnant comme spectrographe des formes; et l'on a cet avantage important d'avoir deux images des formes et des vitesses très aisément comparables.

» Le second spectrographe B, qui utilise le spectre de quatrième ordre d'un grand réseau Rowland, est placé sur la même table mobile que le précédent et est déplacé par la même horloge. Mais la durée des intervalles

successifs est portée à 12 secondes, et la fente de la chambre à 2^{mm}. L'image finale comprend encore 90 petites sections, réparties non plus sur un cercle, mais sur une ellipse, ainsi que dans le spectrographe de 1894.

» Telles sont les dispositions générales adoptées pour le relevé quotidien des formes et des vitesses de la chromosphère ; mais l'enregistrement n'est pas continu, la dépense de temps et d'argent étant trop grande. Pour le réaliser complètement, d'ailleurs, il faudrait organiser les mêmes appareils en d'autres points du globe.

» Ces deux spectrographes des formes et des vitesses de Meudon sont actuellement les seuls en service dans le monde entier; car le spectrographe des formes, ou spectrohéliographe, réalisé par Hale à Chicago, n'a pas été remonté lors de son transfert à l'Observatoire Yerkes en 1897. Mais j'ai appris récemment que les Anglais, sur l'initiative de Sir Normann Lockyer, ont commandé deux séries d'appareils similaires, qui seront placées en Angleterre et aux Indes.

» A ce propos, je dois signaler l'initiative prise par la Société astronomique de France, qui se propose de centraliser les observations du Soleil faites par tous ses membres répartis sur le globe entier. La Commission solaire dont je suis le président a réclamé l'adoption d'images ayant les mêmes dimensions ou des dimensions dans un rapport très simple pour toutes les observations du Soleil et de son atmosphère. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation continue des surfaces.* Note de M. G. TZITZÉICA.

« Si les fonctions $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ satisfont à l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = a \frac{\partial \theta}{\partial u} + b \frac{\partial \theta}{\partial v}, \tag{1}$$

a et b étant des fonctions de u et v, le point (x, y, z) décrit une surface sur laquelle les courbes $u =$ const., $v =$ const. tracent un réseau conjugué. Supposons, de plus, qu'il y ait une solution R de (1), telle que

$$x^2 + y^2 + z^2 - R^2$$

en soit aussi une solution; on peut alors déduire un système cyclique et, par conséquent, une surface sur laquelle on a un réseau conjugué qui reste invariable dans une déformation (DARBOUX, *Leçons*, t. II et IV).

» Je me propose d'indiquer ici dans quel cas le dernier réseau conjugué reste invariable dans une déformation *continue*.

» Il faudra d'abord étudier les différents cas qui peuvent se présenter dans la recherche de la solution R, ce qui conduit à examiner le système formé par (1) et

$$\frac{\partial\theta}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v}=c, \tag{2}$$

où $c=\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial v}+\frac{\partial y}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v}+\frac{\partial z}{\partial u}\frac{\partial z}{\partial v}$. On est encore obligé de considérer l'équation

$$\mathrm{A}\left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2+\mathrm{B}\left(\frac{\partial\theta}{\partial v}\right)^2=\mathrm{C}, \tag{3}$$

A, B, C étant certaines expressions formées à l'aide de a, b, c et de leurs dérivées. Voici les résultats qu'on tire des équations (1), (2) et (3) :

» 1° *La solution* R *n'existe pas;* 2° *la solution* R *dépend d'une constante arbitraire* (en dehors de la constante additive) : ce cas correspond à $\mathrm{A}=\mathrm{B}=\mathrm{C}=0$; 3° *il y a une seule solution* R; 4° *il y a deux solutions* R *distinctes;* 5° *il y a deux solutions* R *confondues :* dans ce cas, la solution R satisfait aussi à l'équation

$$\mathrm{A}\left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2=\mathrm{B}\left(\frac{\partial\theta}{\partial v}\right)^2 \tag{4}$$

et réciproquement.

» Cherchons maintenant dans quel cas on a un réseau qui reste invariable dans une déformation continue. Il faudra que

$$\frac{\partial\mathrm{R}}{\partial v}\frac{\partial x}{\partial u}-\frac{\partial\mathrm{R}}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial v};\quad \frac{\partial\mathrm{R}}{\partial v}\frac{\partial y}{\partial u}-\frac{\partial\mathrm{R}}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v},\quad \frac{\partial\mathrm{R}}{\partial v}\frac{\partial z}{\partial u}-\frac{\partial\mathrm{R}}{\partial u}\frac{\partial z}{\partial v},$$

ou, d'une manière générale, $\frac{\partial\mathrm{R}}{\partial v}\frac{\partial\theta}{\partial u}-\frac{\partial\mathrm{R}}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v}$, θ étant une solution quelconque de (1), satisfasse à une équation de Laplace à invariants égaux. Or, cette condition exige que R soit une solution de (4). Par conséquent, ou bien $\mathrm{A}=\mathrm{B}=0$ et, en vertu de (3), $\mathrm{C}=0$, et alors on se trouve dans le cas 2°; ou bien on se trouve dans le cas 5°. Ce sont là les seuls cas qui conduisent à des réseaux conjugués invariables dans une déformation continue. Le cas 5° est très difficile à étudier. Je vais donner sur le cas 2° quelques aperçus généraux.

» J'ai déjà démontré (*Bulletin* de M. Darboux, 1900) que l'équation (1),

si $A = B = C = 0$, conduit, à l'aide de la transformation

$$\omega = \frac{\partial R}{\partial v}\frac{\partial \theta}{\partial u} - \frac{\partial R}{\partial u}\frac{\partial \theta}{\partial v},$$

à une équation de Laplace à invariants égaux. A l'aide des résultats que j'ai communiqués à une autre occasion (*Comptes rendus,* septembre 1900), on démontre que, pour la recherche des réseaux que nous avons en vue, on peut prendre, à la place de l'équation générale (1) pour laquelle on a $A = B = C = 0$, l'équation suivante

$$2(u - v)\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\,\partial v} + \frac{\partial \theta}{\partial u} - \frac{\partial \theta}{\partial v} = 0.$$

» Il faudra ensuite déterminer trois solutions $x'(u, v)$, $y'(u, v)$, $z'(u, v)$ de cette équation, telles que l'on ait

$$\frac{\partial x'}{\partial u}\frac{\partial x'}{\partial v} + \frac{\partial y'}{\partial u}\frac{\partial y'}{\partial v} + \frac{\partial z'}{\partial u}\frac{\partial z'}{\partial v} = \text{const.}$$

» On tirera de la surface décrite par (x', y', z') un réseau jouissant des propriétés requises. Si l'on prend

$$x' = A'\sqrt{(a + u)(a + v)},$$
$$y' = B'\sqrt{(b + u)(b + v)},$$
$$z' = C'\sqrt{(c + u)(c + v)},$$

on trouve la surface

$$x = A(a + u)^{\frac{3}{2}}(a + v)^{\frac{3}{2}}, \quad y = B(b + u)^{\frac{3}{2}}(b + v)^{\frac{3}{2}}, \quad z = C(c + u)^{\frac{3}{2}}(c + u)^{\frac{3}{2}},$$

sur laquelle les courbes (u, v) tracent un réseau qui reste invariable dans une déformation continue (*Comptes rendus,* 1901, 1902). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide nitropyromucique et son éther éthylique. Sur le dinitrofurfurane.* Note de M. **R. Marquis**, présentée par M. H. Moissan.

« L'emploi du mélange nitrant d'acide azotique fumant et d'anhydride acétique [1] s'étant montré avantageux dans le cas du furfurane, je l'ai

---

[1] J'ai indiqué, il y a 2 ans environ, ce mélange, que j'ai été amené à employer à cause de son caractère spécial de mélange nitrant anhydre. Je me propose de l'appliquer à

étendu à deux composés de la même série, le pyromucate d'éthyle et le furfurol.

» Je décrirai ici les résultats obtenus avec le pyromucate d'éthyle.

» La nitration de ce composé s'effectue d'une façon en tout semblable à celle qui a été décrite pour le furfurane (1); le produit de la réaction est un liquide jaunâtre, insoluble dans l'eau, réduisant la liqueur de Fehling, tout à fait analogue à l'acétine de l'aldéhyde nitrosuccinique qui constitue le produit de la nitration du furfurane.

» Si l'on additionne ce composé de son volume environ de pyridine, qu'on chauffe quelques minutes au bain-marie et qu'on verse le tout dans l'eau froide, on observe la précipitation d'un nouveau produit cristallisé qui, après essorage et lavage, peut être purifié par cristallisation dans l'alcool.

» Les cristaux obtenus sont des tables d'un blanc jaunâtre et fondent à 101°. Leur composition (C : 45,48; H : 3,91) et leur poids moléculaire (M = 189) sont ceux d'un *éther nitropyromucique* (C : 45,40; H : 3,78; M = 185).

» Cet éther est altéré profondément par les alcalis caustiques; ceux-ci le dissolvent en donnant une solution rouge qui contient un azotite alcalin.

» On le saponifie très facilement en le chauffant, en tubes scellés, avec de l'eau, à 180°.

» L'*acide nitropyromucique* ainsi formé fond à 185° (corr.).

» Il est identique à l'acide nitropyromucique déjà obtenu par MM. Hill et Palmer (2), Klinkhard (3) et Priebs (4).

» L'identification a été faite par la comparaison des points de fusion des deux acides, en vérifiant que, par leur mélange, il n'y avait pas de variation dans le point de fusion. La même opération a été faite avec les éthers éthyliques.

» Dans un Mémoire paru dans l'*American chemical Journal* du mois de mars 1902, et dont je n'ai eu que récemment connaissance, MM. H.-B. Hill et G.-R. White attribuent à l'acide nitropyromucique (qu'ils préparent en traitant l'acide sulfopyromucique par l'acide nitrique) la constitution d'un acide δ nitré :

$$\begin{array}{ccccc} & CH & - & CH & \\ & \| & & \| & \\ AzO^2 - & C & & C & - CO^2H \\ & & \diagdown \; \diagup & & \\ & & O & & \end{array}$$

---

quelques cas particuliers, en dehors de la série du furfurane. Tout récemment, MM. A. Pictet et Genequand (*Bull. Soc. Chim.*, t. XXVII, p. 863) ont montré que l'action de l'acide azotique sur l'anhydride acétique donne naissance à un anhydride mixte, l'acide diacétylorthonitrique.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 140.

(2) *American chemical Journal*, t. X, p. 380.

(3) *Journal für praktische Chemie*, t. XXV, p. 41.

(4) *Berichte*, t. XVIII, p. 1363.

» Or, étant donnée l'analogie complète du mécanisme des nitrations du furfurane et du pyromucate d'éthyle, étant démontré d'autre part ([1]) que le nitrofurfurane possède son groupe AzO^2 en β, il est nécessaire d'admettre que l'acide nitropyromucique possède le groupe AzO^2 en β ou en γ et de modifier la formule de MM. Hill et White selon l'une ou l'autre des formes suivantes :

```
AzO²— C — CH            CH — C — AzO²
      ||   ||            ||   ||
      CH   C — CO²H      CH   C — CO²H
        \ /                \ /
         O                  O
```

» Dans le même Mémoire, les auteurs mentionnent un dinitrofurfurane jaune pâle, fusible à 101°, qu'ils obtiennent en traitant l'acide nitropyromucique par l'acide nitrique; ils admettent que, dans ce corps, les deux groupes AzO^2 sont en α et α_1.

» Il n'en saurait être ainsi, puisque nous venons de voir que l'acide nitropyromucique possède le groupe AzO^2 en β.

» D'autre part, j'ai obtenu, en traitant le β-nitrofurfurane par l'acide nitrique de densité 1,2, à chaud, un composé jaune pâle, possédant la composition d'un dinitrofurfurane ([2]), et évidemment identique au produit de MM. Hill et White.

» Ce dérivé dinitré ayant certainement, à cause de son origine, un AzO^2 en β, la constitution donnée par les auteurs américains doit être modifiée, sans toutefois que l'on puisse faire d'hypothèse sur la position du second groupe AzO^2.

» Je me propose de continuer l'étude des composés décrits dans cette Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saponification des éthers nitriques.* Note de MM. **Léo Vignon** et **I. Bay.**

« Certains éthers nitriques, traités par la liqueur cupro-potassique, accusent un pouvoir réducteur considérable ([3]). C'est le cas de la tétranitroérythrite, de l'hexa- et la pentanitromannite, l'hexanitrodulcite, la *d*-arabite et la rhamnite pentanitrées. La liqueur cupro-potassique, à la vérité, n'agit pas sur ces composés, seulement par oxydation; la potasse qu'elle contient détermine la saponification plus ou moins rapide des éthers nitriques traités. Le phénomène de réduction est sans doute corré-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 776.

([2]) Trouvé : C : 30,44; H : 1,61; Az : 17,65; M = 163. — Théorie : C : 30,38; H : 1,26; Az : 17,72; M = 158.

([3]) *Comptes rendus*, 7 octobre 1901.

latif de cette saponification ([1]). Il était dès lors indiqué d'étudier l'action des alcalis sur les éthers nitriques et, pour généraliser la question, la saponification des éthers nitriques par l'eau, les acides et les alcalis. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de cette étude.

» Avant de procéder aux expériences de saponification, nous avons dû rechercher un procédé de dosage exact de l'acide nitreux pouvant être formé par la saponification.

» *Dosage de l'acide nitreux.* — Trois méthodes nous ont donné des résultats sensiblement concordants :

» *a.* Méthode Tromsdorff, à l'iodure d'amidon;

» *b.* Méthode par la métaphénylène-diamine;

» *c.* Méthode à l'aniline, que nous décrirons seule, les deux premières étant connues.

» 5^{cm^3} de la solution en expérience sont refroidis à $-10°$; au moyen d'une burette graduée, on verse peu à peu dans cette solution, en agitant, une solution aqueuse de chlorhydrate d'aniline, titrée par diazotation avec AzO^2Na normal, contenant un excès d'acide chlorhydrique ($6HCl$ pour C^6H^5,AzH^2), jusqu'à ce que des touches d'épreuve ne donnent plus de coloration bleue sur le papier iodo-amidonné.

» *Saponification par l'eau.* — Éthers nitriques des alcools méthylique, éthylique, glycérine, érythrite, pentaérythrite, mannite, dulcite.

» On a chauffé 5^g de chaque éther et 300^{cm^3} d'eau distillée, dans un ballon de verre muni d'un réfrigérant à reflux; au bain-marie, la saponification est nulle après 24 heures. En opérant à l'ébullition, par chauffage à feu nu, on ne constate, après 12 heures, la présence de l'acide nitreux dans aucune saponification.

» En tube scellé, par chauffage de 1^g d'éther avec 20^g d'eau distillée pendant 1 heure, à 110°-120°, les essais ayant porté sur l'érythrite, la mannite et la dulcite nitrée, on constate que les éthers se sont dissous complètement, avec formation d'acide nitrique, d'acide nitreux et d'azote libre.

» *Saponification sulfurique.* — 5^g de chaque éther ont été traités, à l'ébullition, par 300^{cm^3} d'un mélange de 95 pour 100 d'eau et 5 pour 100 d'acide sulfurique; on a dosé l'acide nitreux formé :

Éthers traités.	Acide nitreux formé après 1 heure.	2 heures.	4 heures.
	g	g	g
Nitrate de méthyle	0	0	0,195
» d'éthyle	0	0	0,210
Nitroglycérine	0,209	0,220	0,350
Nitroérythrite	0,210	»	»
Nitropentaérythrite	0	0	0
Nitromannite	0	traces	0,200
Nitrodulcite	0,280	0,282	0,293

(1) *Comptes rendus*, 21 octobre 1901.

» *Saponification par la soude.* — On a chauffé au bain-marie, à l'ébullition, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant : 5g d'éther, 300cm³ d'eau distillée contenant 7g,7 NaOH; l'acide nitreux a été dosé à divers intervalles de temps; on a dosé aussi l'ammoniaque qui se forme dans certaines saponifications :

Éthers traités.	Acide nitreux formé après 1 heure.	4 heures.	8 heures.	Ammoniaque.
	g	g	g	g
Nitrate de méthyle......	0	0,050	0,025	0
» d'éthyle	0	0	0,030	0
Nitroglycérine.........	0,205	0,205	0,205	0,250
Nitroérythrite..........	0,206	0,481	0,205	0,200
Nitropentaérythrite.....	0	0,132	0.059	0
Nitromannite	0,413	0,413	0,206	0,250
Nitrodulcite	0,412	0,205	0,205	0,200
Nitrocellulose	0,206	0,206	»	0,310

» On constate également la formation d'une certaine quantité de bioxyde de sodium dans toutes les saponifications, à l'exception de celles qui correspondent aux nitrates de méthyle et d'éthyle : c'est l'indice d'une réaction réductrice, exercée par la soude en excès sur le nitrate de sodium provenant de la saponification.

» En résumé, la saponification des éthers nitriques s'accomplit suivant des règles particulières. Ces règles sont complexes : elles sont déterminées, en effet, autant par la réduction facile de l'acide nitrique, pouvant aller de l'acide nitreux jusqu'à l'azote libre et l'ammoniaque, que par l'oxydabilité, variable pour chaque terme, de l'alcool régénéré par la saponification. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'utilisation des principes minéraux par les plantes greffées.* Note de MM. **Lucien Daniel** et **V. Thomas**, présentée par M. H. Moissan.

« Le rôle du bourrelet dans la nutrition des plantes greffées a été pressenti par Jacques Boyceau au XVIIe siècle (1) et l'on sait, d'ailleurs, que la plupart des naturalistes physiciens de cette époque considéraient cette partie comme une sorte de glande végétale, un filtre analogue à ceux qu'ils supposaient exister dans la queue des fruits et qui avaient pour mission de rendre douce, dans le fruit, la sève amère fournie par les tiges et les

(1) J. Boyceau, *Traité du jardinage*, année 1639.

feuilles. Le célèbre Duhamel précisa (1730) la question en étudiant la structure anatomique du bourrelet. Il montra le premier que, à ce niveau, les vaisseaux du bois sont moins nombreux, s'enchevêtrent et subissent un changement de direction. Pour lui, cette espèce de ganglion joint son action à l'altération que la sève doit subir en passant d'une espèce d'arbre à l'autre et aux modifications produites par le mélange de sèves. Cependant, on sait aussi que l'on fait passer facilement les solutions colorées du sujet au greffon, et Bonnet fit ainsi passer de l'encre qui n'avait pas, dit-il, subi de modification ([1]).

» Récemment, l'un de nous a montré théoriquement, en se fondant sur l'Anatomie et sur les lois de la capillarité, que le régime de l'eau dans les plantes greffées est considérablement modifié par le bourrelet : il a donné une théorie de greffage, fondée sur la différence des capacités fonctionnelles entre le sujet et le greffon et sur les variations de nutrition causées par le bourrelet ([2]); mais, jusqu'ici, il n'existe pas, à notre connaissance tout au moins, d'expériences précises sur ce sujet.

» Considérant le problème dans toute sa généralité, nous avons entrepris une série de recherches expérimentales à l'effet de déterminer la nature des modifications de la nutrition dans les plantes greffées, modifications que la théorie permet de prévoir et dont la pratique permet de constater souvent les résultats. Dans cette première Note, nous donnons les résultats d'expériences relatives : 1° à la transpiration ; 2° à l'absorption des matières minérales fixes.

» *Disposition des expériences et résultats.* — Les plantes sur lesquelles nous avons opéré sont les haricots des variétés Noir de Belgique et Soissons gros. Ces plantes ont été élevées en serre, dans des conditions identiques, dans une même solution nutritive, de composition chimique déterminée qui, seule, pouvait subvenir à leurs besoins. Les unes ont été conservées comme témoins, les autres ont été greffées par le procédé de greffage sur germination dont la découverte est due à l'un de nous ([3]). Le Tableau suivant résume ces premières expériences, dont la durée s'est étendue depuis le 1er juin jusqu'au 8 juillet.

([1]) Bonnet, *Œuvres d'Histoire naturelle*, t. III, année 1762.

([2]) L. Daniel, *La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis*, 1899.

([3]) L. Daniel, *Sur la greffe des plantes en voie de germination* (*Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, 1892).

	Première série. Haricots Noir de Belgique. Témoin.	*Deuxième série.* Haricots Soissons gros. Témoin.	*Troisième série.* Haricots Soissons gros greffés sur haricots Noir de Belgique.	*Quatrième série.* Haricots Noir de Belgique greffés sur haricots Soissons gros.
Nombre des expériences....	9	9	4	5
Nombre moyen de feuilles complètement développées.	2	3	6	4
Volume de la solution nutritive employée............	1650$^{cm^3}$	1650$^{cm^3}$	1650$^{cm^3}$	1650$^{cm^3}$
Volume total de la solution nutritive employée........	14850$^{cm^3}$	14850$^{cm^3}$	6800$^{cm^3}$	8250$^{cm^3}$
Volume total de la solution nutritive après l'absorption.	12816$^{cm^3}$	11835$^{cm^3}$	5724$^{cm^3}$	7184$^{cm^3}$
Moyenne de l'absorption....	226$^{cm^3}$	335$^{cm^3}$	219$^{cm^3}$	213$^{cm^3}$
1^l de la solution nutritive primitive laisse après l'absorption un résidu fixe de (¹)..	0^g,916	0^g,895	0^g,972	1^g

» Nous ferons remarquer, en outre, que les plantes en expérience sont devenues *chlorotiques;* mais, sous ce rapport, nous avons observé de notables différences suivant les séries considérées.

» Dans la première série, les plantes sont devenues chlorotiques avant la chute des cotylédons. Les deux feuilles opposées seules ont achevé leur complète végétation. La troisième feuille a subi un arrêt de développement; de jeunes pousses décolorées ont apparu à l'aisselle des premières feuilles et l'axe principal, chlorotique lui-même, n'a donné que des pousses rudimentaires. Les feuilles nouvelles, peu développées, ont jauni, puis, rongées par places, sont devenues plus velues et finalement recroquevillées. A la longue, les bourgeons se sont flétris, en laissant adhérent à la tige un moignon légèrement renflé. Dans la deuxième série, les cotylédons, plus riches en fer, ont persisté plus longtemps. Les feuilles opposées ont acquis une dimension plus forte que dans le sol et leur verdeur était remarquable. Quelque temps après la chute des cotylédons, la chlorose est apparue, mais avec moins d'intensité que dans les haricots de la première série. Plusieurs feuilles nouvelles ont pu se développer à peu près normalement dans la plupart des échantillons; mais, au bout d'un certain temps, la chlorose des jeunes pousses a été suivie de dessiccation. Dans la troisième série, les greffons sont restés verts, quoique de petite taille. Ils ont poussé presque normalement pendant toute la durée de la végétation, sauf au moment des chaleurs excessives de juillet qui ont amené une chlorose légère dans plusieurs échantillons. Dans la quatrième série, les greffons ont acquis à peu près la taille de *témoins greffés en terre;* la chlorose est

(¹) Ces déterminations ont été faites sur des quantités de liquide considérables. La quantité de résidu pesée à la balance n'a jamais été inférieure à 6^g.

apparue sur tous les échantillons plus rapidement que dans la troisième série, mais plus tardivement que dans la deuxième.

» *Conclusions.* — De l'ensemble de ces faits nous pouvons conclure que dans nos expériences : 1° la transpiration moyenne est plus grande dans les témoins que dans les plantes greffées; 2° la quantité totale de matière minérale absorbée est considérablement modifiée par suite du greffage; 3° le phénomène de la chlorose se trouve aussi, par le seul fait de la greffe, profondément modifié. »

BOTANIQUE. — *Sur les Landolphiées donnant le caoutchouc des herbes au Congo français.* Note de M. **Auguste Chevalier** (1), présentée par M. Guignard.

« Sur les plateaux déboisés de l'Afrique intérieure, brûlés périodiquement par les feux de la brousse, on rencontre des Landolphiées présentant un genre de vie très différent de celui des lianes des forêts. Leur système souterrain (racines et rhizomes) acquiert un très grand développement; au contraire, leur tige aérienne brûlée périodiquement est devenue annuelle ou bisannuelle; elle reste naine, souvent herbacée et, comme elle n'a pas besoin de s'accrocher aux arbres, elle est dépourvue de vrilles.

» Ces Landolphiées constituent les *lianes des herbes* fournissant le *caoutchouc des racines* dont on a beaucoup parlé depuis quelque temps sans en connaître la véritable origine botanique.

» Sur les plateaux avoisinant Brazzaville, nous avons observé trois espèces de *lianes des herbes* appartenant à la tribu des Landolphiées.

» La plus répandue est le *Carpodinus lanceolatus* K. Schum., dont les tiges herbacées, longues de 15^{cm} à 40^{cm}, couvrent tous les plateaux secs avoisinant le Stanley-Pool.

» Cette espèce est mélangée aux Graminées basses appartenant surtout à la tribu des *Andropogonées;* le *Smilax Kraussiana* et une grande asperge à tige épineuse sont fréquents dans ce genre de station; le *Pteris aquilina* y foisonne. Enfin, on y trouve, en quantité un peu plus faible, les deux *Landolphia* décrits ci-après. Toutes ces plantes ont des rhizomes vivaces enfoncés profondément en terre. A la fin de la

(1) Je remercie mes collaborateurs, MM. Courtet et Martret, pour la participation qu'ils ont apportée à ce travail. Je remercie aussi M. Luc, directeur du jardin d'essai de Brazzaville, qui nous a fait récolter les premiers échantillons de *Carpodinus*.

saison sèche, les parties aériennes de toutes ces plantes sont flambées par les feux de la brousse; les graines elles-mêmes sont souvent sacrifiées; aussi, la plupart des espèces végétales (et les Landolphiées en particulier) portent à l'extrémité d'une tige très grêle un ou deux gros fruits lourds qui, à maturité, font courber la tige pour venir toucher le sol. Au moment des incendies, la cendre des herbes et les débris végétaux les recouvrent et forment un matelas protecteur qui les empêche de brûler. Les graines ainsi enterrées se trouvent dans d'excellentes conditions pour germer.

» Le *Carpodinus lanceolatus* K. Schum. a été déjà en partie décrit.

» Les jeunes pousses sont d'un beau vert bleuâtre; les fleurs terminales, au nombre de 1 à 6 par tige, sont blanches et se développent en juillet; les fruits mûrissent en août et septembre. Ils sont jaunes, de la taille et de la forme d'un gros citron, mamelonnés au sommet, parfois presque sphériques. L'exocarpe est parfois lisse, mais plus souvent verruqueux; les graines, au nombre de 5 à 12, sont entourées d'une pulpe comestible. Outre le type habituel, nous avons observé les deux variétés suivantes :

» Var. *angustifolia* var. nov. — Feuilles adultes linéaires, longues de 7^{cm} à 10^{cm}, larges de 8^{mm} à 10^{mm}, longuement décurrentes à la base, pointues au sommet, 8 à 9 fois plus longues que larges. Mélangé au type, à Brazzaville.

» Var. *latifolia* var. nov. — Feuilles adultes oblongues-lancéolées, longues de 9^{cm} à 12^{cm}, larges de 2^{cm} à 3^{cm}, 4 fois plus longues que larges. Mélangé au type, à Brazzaville.

» C'est par erreur que le *Carpodinus lanceolatus* K. Schum. a été regardé comme plante à caoutchouc. Le latex de ses racines et de ses tiges ne donne par coagulation que de la résine.

» La liane des herbes du Congo la plus riche en caoutchouc est le *Landolphia Tholloni*, décrit par A. Dewèvre en 1895. Elle a été nommée plus tard *Clitandra gracilis*. Nous avons signalé l'an dernier cette espèce comme plante à caoutchouc ([1]).

» Le *Landolphia Tholloni* est un petit arbuste suffrutescent, à tige aérienne très rameuse, haute de 15^{cm} à 30^{cm}, et dépourvue de vrilles.

» Les feuilles pétiolées, petites, sont oblongues-lancéolées, longues de 30^{mm} à 65^{mm}, larges de 8^{mm} à 16^{mm}, finement velues en dessus, glabres en dessous. Les fleurs sont en corymbes pauciflores, de 1 à 10 fleurs blanches, les ovaires jeunes subconiques velus, surmontés d'un style glabre. Fruit presque sphérique à maturité, de 5^{cm} de diamètre, parfois couvert de petites plaques de liège dues à l'action des feux des incendies. Graines entourées d'une pulpe sucrée comestible.

» Les rameaux aériens ayant seulement 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre sont dépourvus de caoutchouc dans leur latex; au contraire, les parties souter-

---

([1]) Cf. *Bulletin du Muséum*, 1901, p. 426.

raines âgées contiennent cette substance en abondance. Elles se composent de longs rhizomes atteignant jusqu'à 6^m à 10^m de long, et courant horizontalement dans le sol, en émettant de distance en distance des tiges dressées aériennes. Le diamètre de ces rhizomes varie de 4^{mm} à 10^{mm}. Le latex existe dans l'écorce où il se coagule après dessiccation en donnant d'excellent caoutchouc jusqu'à ce jour inexploité. L'abondance de cette plante est telle que les rhizomes forment en certains endroits un lacis inextricable dans le sol. Nous avons recueilli jusqu'à 4^{kg} de racines fraîches sur une surface de 6^{m^2}, et une partie se sont brisées et sont restées enterrées. Cette plante constitue donc une richesse latente dans toutes les parties du Congo où elle existe.

» La troisième espèce est aussi caoutchoutifère. M. Schlechter, qui l'a signalée le premier, l'a nommée *Landolphia humilis* R. Schlechter nom. nud.

» Tige souterraine horizontale, enterrée à 15^{cm} ou 20^{cm} de profondeur, ayant de 4^{mm} à 20^{mm} de diamètre, émettant de distance en distance des tiges aériennes grêles et courtes de $0^m,30$ à $0^m,50$ de hauteur, grisâtres, ponctuées de très nombreuses lenticelles, presque toujours dépourvues de vrilles, tomenteuses au sommet; feuilles pétiolées, coriaces, ovales-lancéolées, à sommet obtus, longues de 8^{cm} à 10^{cm} sur $4^{cm},5$ à 5^{cm} de largeur, à pétiole long de 4^{mm} à 6^{mm}, toujours brièvement tomenteux, surtout en dessus. Dessus du limbe luisant complètement glabre, dessous un peu velu, surtout sur la moitié inférieure de la nervure médiane.

» Inflorescences subcorymbiformes renfermant de 5 à 30 fleurs; pédoncules, bractées, calices tomenteux, veloutés, couverts de poils roussâtres. Corolle à tube de 5^{mm}, velu, d'un blanc jaunâtre clair, renflé vers le milieu; lobes blanc jaunâtre, longs de 5^{mm}, obtus; intérieur du tube glabre jusqu'à la base des étamines, velu au-dessus, présentant en son milieu cinq dépressions dans lesquelles sont logées les anthères; ovaire ovoïde, velu, rougeâtre en dessus, surmonté d'un style glabre de 2^{mm} de long. Fruits mûrs d'un jaune-orange, solitaires ou groupés par deux ou trois, subsphériques, ayant 4^{cm} à 5^{cm} de diamètre longitudinal sur $3^{cm},5$ de diamètre transversal. Le fruit est atténué à la base et inséré à un pédoncule accrescent, élargi en disque couronné des cinq lobes persistants du calice. De quatre à six graines par fruit, environnées d'une pulpe sucrée comestible. Très commun à Brazzaville, plateaux déboisés. Espèce du groupe *Eulandolphia*, voisine de *L. Heudelotii* et *L. owariensis*. C'est indubitablement à cette espèce qu'il faut rapporter la plante indiquée par Hallier au Stanley-Pool sous le nom de *L. Heudelotii*.

» On pourrait, au contraire, confondre avec le *L. owariensis* la variété suivante, qui se relie au type par divers termes de passage :

» *L. humilis* Schlechter var. *umbrosa* var. nov. — Tiges s'élevant jusqu'à 3^m de hauteur et présentant des vrilles. Feuilles grandes, ovales-lancéolées, ayant en moyenne

13cm de long sur 6cm de large (mais pouvant atteindre 17cm sur 7cm dans les formes extrêmes), très coriaces et d'un vert sombre à l'état adulte. Pétiole et limbe complètement glabres dans les formes extrêmes. Inflorescences les unes corymbiformes, les autres cirriformes. Fruits ressemblant à ceux du *L. owariensis*, mais plus petits. Brazzaville; commun dans les lieux ombragés et sur la lisière des forêts.

» Le *Landolphia humilis* et ses variétés ne contiennent pas de caoutchouc dans les parties aériennes; ils en contiennent, au contraire, dans les parties souterraines, quoique en moins grande quantité que dans le *L. Tholloni*.

» Des analyses ultérieures nous fixeront d'ailleurs sur la valeur industrielle de ces plantes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre de Salonique.* Note de M. **Christomanos**, transmise par M. Fouqué.

« Ayant visité plusieurs fois les contrées métallifères de la presqu'île Chalcidique, atteintes par le dernier tremblement de terre de Salonique, je me permets de vous soumettre mes observations sur ce sujet.

» On sait qu'il existe deux sortes de tremblements de terre, les uns en relation avec les éruptions volcaniques, les autres indépendants de ces manifestations; les premiers sont désignés par l'épithète de *volcaniques;* les autres, dont nous connaissons plusieurs catégories, par celle de *tectoniques*. Ces derniers sont plus fréquents et plus étendus que ceux de l'autre type.

» A cette seconde catégorie appartiennent les tremblements de terre de Zante du 31 janvier 1893 et de Samothrace du 9 février de la même année, celui de Locris du mois d'avril 1894 avec ses paroxysmes du 20 et du 27 avril, et celui du 5 juillet de l'année courante, dont l'épicentre doit être entre Salonique et Gouvesno.

» Ce dernier tremblement de terre a eu une très grande extension, car on en a ressenti les effets à Pola et à Laibach en Autriche, à Salonique, Verria, Vodena, Gevgueli, Velessa, Stroumnitza, Zelahova, Nevrocôpe, Petrovits, Rascova, Marecostinovo, Sfetibrazzi, Mélénique, Dencir-Hissar, Serrès, Dramah et Andrinople. Il est probable d'après cela que le foyer séismique a été situé à une grande profondeur. Non seulement le mouvement s'est propagé au loin, mais il a duré, avec interruptions, plusieurs

jours. On doit l'attribuer au déplacement des bords de l'une des failles qui sillonnent les rivages de la mer Egée et aux chutes souterraines qui en ont été la conséquence. A la suite de tels glissements et de tels effondrements, il s'établit un certain état d'équilibre qui peut durer plus ou moins longtemps, mais qui pourtant n'a jamais qu'une durée limitée. L'histoire géologique du sol hellénique est donc ainsi caractérisée par une succession indéfinie de périodes tranquilles et de périodes de trouble.

» La constitution du sol aux environs de Salonique explique du reste la fréquence des tremblements de terre de la région. La presqu'île Chalcidique, si curieuse au point de vue purement géographique, n'est pas moins intéressante sous le rapport tectonique. A 3 heures de marche de la ville de Salonique commence la haute chaîne du mont Holomonda dont les prolongements méridionaux croisent jusqu'à Stagyra et Isvoro toute la presqu'île et aboutissent à ses deux promontoires orientaux, celui du mont Athos et celui de Longos.

» La chaîne en question est composée presque exclusivement de roches anciennes très fortement redressées, granite, gneiss et schistes cristallins, sur le prolongement desquels se trouvent des gîtes riches métallifères (Mademochoria). Quant au troisième promontoire, celui de Cassandra, qui est le plus occidental, il a une constitution toute différente; il est formé de roches tertiaires et quaternaires, d'alluvions de date encore plus récente qui s'étalent presque horizontalement depuis le bourg de Polygeros jusqu'aux sources chaudes de Sédès, les *Thermes* de l'antiquité, d'où le golfe de Salonique tire son nom ancien de *golfe thermaïque*.

» Il y a là par conséquent l'indication d'une discordance de stratification et d'une faille éminemment favorables à la production des mouvements séismiques. »

M. P. Le Goaziou demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé le 22 septembre 1902, et inscrit sous le n° 6537.

Le contenu de ce pli, relatif à un « Anémoscope électrique », est renvoyé à l'examen de M. Mascart.

M. Th. Descomps adresse une Note sur le « Blak Rot atmosphérique ».

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

M. **Odier** adresse un Appendice à son précédent Travail sur les « Consonances et dissonances musicales ».

(Commissaires : MM. Mascart, Violle.)

M. H. **Podeur** adresse un Mémoire sur la « Direction des ballons ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 aout 1902.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels. T. CXXXIII, juillet-décembre 1901. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-4°.

Travaux géographiques autour du massif central de Madagascar, par le P. Colin. (Extr. des *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences,* t. CXXXIV, p. 958.) Paris, Gauthier-Villars, 1902, 1 fasc. in-4°.

Carte lithologique sous-marine des Côtes de France, par M. Thoulet. Paris, A. Challamel; 22 feuilles grand aigle, en couleurs.

L'île de Samothrace et le tremblement de terre du 28 *janvier* (9 *février*) 1893, par Anast.-K. Christomanos. Athènes, 1899; 1 fasc. in-8°. (Transmis par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Sulla velocita minima nella trajettoria d'un grave, Nota del tenente Luciano Orlando. Messine, 1902; 1 fasc. in-8°.

Recueil d'études paléontologiques sur la Faune crétacique du Portugal. Vol. I : *Espèces nouvelles ou peu connues,* par Choffat, 3e et 4e séries. Lisbonne, 1901-1902; 1 fasc. in-4°.

Ergebnisse der Polhöhenbestimmungen in Berlin, ausgeführt in den Jahren 1889, 1890 *u.* 1891, *am Universal-Transit der königl. Sternwarte,* von Dr Adolf Marcuse. Berlin, 1902; 1 fasc. in-4°.

Zur Geschichte der Schutzmittel wider Hagelschläge. (Publié par le « K. k. Centralanstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus », à Vienne, à l'occasion du Congrès réuni à Gratz du 20 au 25 juillet 1902.) 1 fasc. in-4°.

Report of the meteorological service of Canada, by R.-F. Stupart, *for the year ended* 31 *december* 1899. Ottawa, 1901; 1 vol. in-4°.

Observations made at the Hongkong Observatory in the year 1901, by W. DOBERCK, Hongkong, 1902; 1 vol. in-4°.

Studies in the physiological functions of antipodals and the phenomena of fertilization in Liliaceæ. 1. *Tricyrtis hirta*, by T. IKEDA. Tokyo, 1902; 1 fasc. in-8°.

Conférence internationale pour l'unification de la formule des médicaments héroïques, se réunissant à Bruxelles le 15 *septembre* 1902. Bruxelles, 1902; 1 fasc. in-4°.

Upsala Läkareförenings Förhandlingar; ny FOLJD. Bd. VII. Supplementhäfte. Upsal, 1902; 1 fasc. in-8°.

The Chicago Academy of Sciences. The natural history Survey. Bulletin n° IV. Part 1. Chicago, 1900; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences, vol. VIII, sixth Memoir. Washington, 1902; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er SEPTEMBRE 1902.

Les hypothèses scientifiques émises par Zénobe Gramme en 1900. Paris, imp. générale Lahure, 1902; 1 vol. in-8°. (40 exemplaires offerts en hommage par Mme A. Gramme.)

Les deux formes larvaires de Laria obtecta (*Say*), par GASTON DARBOUX et GALIEN MIGNAUD. (Extr. du *Bulletin* de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nîmes, 1901.) Nîmes, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Actualités scientifiques, par MAX DE NANSOUTY. Paris, Félix Juven, s. d.; 1 vol. in-12.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1901-1902; CLIIe année, 5e série, t. XIX. Nancy, imp. Berger-Levrault et Cie, 1902; 1 vol. in-8°.

Sulla fotosintesi fuori dell'organismo e sul suo primo prodotto. Nota preventiva del Dott. LUIGI MACCHIATI. Naples, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

L'assimilazione contemporanea del carbonio, dell'idrogeno e dell'ossigeno e una speciale fermentazione promossa dall'attività vitale di una diastasi, segregata dalle cellule contenenti pigmenti clorofillici. Nota di L. MACCHIATI. (Extr. du *Bull. della Societa botanica italiana.*) s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Archives du Musée Teyler, série II, vol. VIII, 1re Partie. Harlem, 1902; 1 fasc. in-4°.

Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Deel LXI. Amsterdam, 1902; 1 vol. in-8°.

Twenty-first annual report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1899-1900, CHARLES-D. WALCOTT, Director, in seven parts; part V: *Forest reserves;* part VII : *Texas.* Washington, 1900; texte, 2 vol. in-4°, et atlas, 1 vol. in-4°.

Reconnaissances in the Cape Nome and Norton Bay regions, Alaska, in 1900. Washington, 1901; 1 vol. in-4°.

The Geology and mineral resources of a portion of the Copper River district

Alaska, by Frank-Charles Schrader and Arthur Coe Spencer. Washington, 1901; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 septembre 1902.

Sur l'éruption de la Martinique, par MM. A. Lacroix, Rollet de l'Isle et Girard, délégués de l'Académie. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXXXV, p. 377.) Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 fasc. in-4°.

Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines, par Ch. Depéret et F. Roman; 1re Partie : genre *Pecten* : planches I à VIII. (*Mémoires de la Soc. géologique de France : Paléontologie*; t. X, fasc. 1.) Paris, 1902; 1 fasc. in-4°.

Les manifestations volcaniques et sismiques dans les Antilles, par F. de Montessus. (*Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 13e année, n° 14, 30 juillet 1902, p. 669.) Paris; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

L'Erzgebirge géologico-sismique, par F. de Montessus de Ballore. (Extr. des *Arch. des Sciences phys. et nat.*, 4e période, t. XIII, avril 1902, p. 375.) Genève, 1 fasc. in-8°.

Erdbebenstudien des Grafen de Montessus de Ballore, von F.-M. Bernard. Laibach, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ueber den Einfluss des Höhenklimas auf die Zusammensetzung des Blutes, v. Emil Abderhalden. Munich, 1902; 1 fasc. in-8°.

Assimilation des Eisens, v. E. Abderhalden. (*Zeitschrift für Biologie*, Bd. XXXIX, H. 2, 1900, p. 194.) s. l.; 1 fasc. in-8°.

Cinq opuscules sur divers sujets de Chimie physiologique, par E. Abderhalden. Strasbourg, 1899-1902; 5 fasc. in-8°.

Mission scientifique du Katanga; Seizième Mémoire : *Observations altimétriques*, par le capitaine Lemaire Charles. Publications de l'État indépendant du Congo. Bruxelles, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Report of the Director of the Botanical Survey of India for the year 1901-1902, s. l.; 1 fasc. in-4°.

Over het oogsten van Deli-Tabak op verschillende Tijden van den dag, door Dr E.-C.-Julius Mohr. Batavia, G. Kolf et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége, vol. II et III. Bruxelles, 1900-1901; 2 vol. in-8°.

Annales du Musée du Congo : Botanique; série IV : *Études sur la Flore du Katanga*, par Em. de Wildeman; fasc. 2, p. 25-80, planches VII-XXVIII. Bruxelles, 1902; 1 fasc. in-f°.

Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia; vol. XIII, 1900. Batavia, 1902; 1 vol. in-f°.

Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan; 2e série : t. XI, nos 1-4; t. XII, n° 1. Kasan, 1902; 5 fasc. in-8°.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Bescheiden betreffende de geldmiddelen; XXVIste stuk, 1ste gedeelte; 1901. La Haye, 1902; 1 fasc. in-4°.

Censo general de la Republica mexicana, verificado el 28 de octubre de 1900 : Estado de Morelos; Estado de Durango. Mexico, 1902; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 15 septembre 1902.)

Note de MM. *Ph.-A. Guye* et *F.-Louis Perrot,* Sur la formation des gouttes liquides et les lois de Tate :

Page 460, ligne 6, *au lieu de* composant, *lisez* comparant.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 OCTOBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Appell**, en présentant à l'Académie la fin du Tome troisième et dernier de son *Traité de Mécanique rationnelle* (fascicules II et III), s'exprime comme il suit :

« Ces deux fascicules se rapportent à la Cinématique des milieux continus, à l'Hydrodynamique et à l'Élasticité. Dans l'étude géométrique de la déformation d'un milieu continu, les six fonctions caractéristiques d'une déformation sont définies en partant de la considération de l'élément linéaire de l'espace, d'après la méthode suivie par MM. Cosserat dans leur Mémoire des *Annales de la Faculté de Toulouse,* Tome X. La Cinématique des milieux continus est traitée ensuite avec divers systèmes de variables; le fait que Cauchy a été le précurseur de Helmholtz et de Kirchhoff dans leurs belles découvertes sur la théorie des tourbillons se trouve mis en évidence ([1]). Un paragraphe est consacré à la théorie de Hugoniot sur les discontinuités dans les mouvements des fluides et aux recherches de M. Hadamard sur l'extension des résultats de Hugoniot à des discontinuités d'ordre quelconque et sur l'interprétation géométrique des conditions de compatibilité ([2]).

» En Hydrodynamique sont exposées les théories classiques, entre

---

([1]) Maurice Lévy, *L'Hydrodynamique moderne et l'hypothèse des actions à distance* (*Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 15 décembre 1890).

([2]) Hadamard, *Sur la propagation des ondes* (*Bulletin de la Société mathématique,* 1er fascicule 1901).

autres la démonstration donnée par Cauchy du théorème de Lagrange sur le potentiel des vitesses, la généralisation de ce théorème telle qu'elle résulte des équations de Cauchy, les équations de Weber et celles de Helmholtz; vient ensuite l'étude du mouvement permanent et particulièrement du mouvement permanent irrotationnel.

» Un Chapitre est consacré à la théorie des tourbillons en général. L'étude des mouvements parallèles à un plan fait l'objet d'un Chapitre spécial : on y étudie d'abord les mouvements irrotationnels d'un liquide et en particulier les mouvements ondulatoires d'un liquide pesant, puis les mouvements tourbillonnaires des liquides et comme exemple les ondes trochoïdales de Gerstner, qui constituent le phénomène de la houle (1).

» Un court Chapitre renferme les éléments de la théorie de l'élasticité pour les déformations infiniment petites, avec l'exposé des applications classiques déjà données par Lamé; ce Chapitre contient en outre des indications sur quelques recherches récentes, notamment sur les recherches de MM. Cosserat qui, en considérant les valeurs des déplacements dans l'équilibre élastique comme des fonctions du nombre

$$\xi = \frac{\lambda}{\mu} + 1,$$

et en étudiant les singularités de ces fonctions, ont été conduits à de nouveaux cas d'intégration (*Comptes rendus*, 1898 et 1901). Enfin, le dernier Chapitre renferme les équations du mouvement des fluides visqueux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront être désignés à M. le Ministre de la Guerre pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année 1902-1903.

MM. H. Poincaré, Haton de la Goupillière réunissent la majorité des suffrages.

---

(1) *Voir* Guyou, *Théorie du Navire*. Berger-Levrault, 1894.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les « Œuvres complètes de *J.-C. Galissard de Marignac*, Tome I, 1840-1860 ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$*), pendant le premier trimestre de* 1902. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Par suite de la continuation du mauvais temps qui a sévi durant le précédent trimestre, le nombre des jours d'observation n'est que de 42.

» Les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

» *Taches.* — Les groupes de taches observés, au nombre de 4, ont une surface moyenne totale de $\frac{639}{1000000}$ (les 5 groupes enregistrés dans le dernier trimestre de 1901 avaient donné $\frac{189}{1000000}$), et leur répartition entre les deux hémisphères est de 2 de part et d'autre de l'équateur.

» Le nombre des jours où le Soleil a été vu sans taches est de 25, d'où il résulte un nombre proportionnel de 0,60 au lieu de 0,70 obtenu précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 892).

» La notable augmentation de l'aire tachée est due principalement au groupe qui a traversé le disque du 3 au 14 mars, à $+ 24^\circ$ de latitude; ses changements de forme et de dimension ont été très rapides, puisque 5 jours après sa formation il était devenu visible à l'œil nu, le 8, jour de son passage au méridien central; sa surface réduite était alors de $\frac{650}{1000000}$. Le dernier groupe observé antérieurement qui lui soit comparable est celui de mai 1901, à $+ 9^\circ$ de latitude, qui a atteint $\frac{800}{1000000}$.

» En janvier, on a eu, à $- 8^\circ$ de latitude, un groupe assez important aussi, mais un peu moindre : son étendue superficielle a atteint $\frac{400}{1000000}$.

» Une particularité intéressante s'est présentée le 3 mars, jour où il y avait trois groupes de taches à la surface du disque solaire. Le fait de la présence simultanée de trois groupes est, actuellement, assez rare pour mériter d'être signalé puisqu'il ne s'était pas présenté depuis 18 mois (7 septembre 1900), mais son importance résulte surtout de la différence de position, aux deux époques, de ces groupes de taches par rapport à l'équateur du Soleil; en effet, tandis que les premiers étaient à $- 4^\circ$, $- 8^\circ$

et + 8°, les derniers observés étaient aux latitudes plus élevées de — 26°, + 24° et + 24°, or, d'après la *loi des zones*, on conclut : 1° qu'ils n'appartiennent pas au même cycle d'activité des taches ; 2° que le groupe de janvier, à — 8°, a été une des dernières manifestations de l'activité du dernier cycle ; 3° que l'époque du *minimum* était alors passée. Nous reviendrons plus tard sur cette époque et sur le commencement du nouveau cycle.

» *Régions d'activité*. — Le nombre des groupes de facules notés est moindre que dans le précédent trimestre, 68 au lieu de 76, mais leur surface totale est un peu supérieure ; on a en effet $\frac{22,2}{1000}$ au lieu de $\frac{20,6}{1000}$.

» De même que les taches, les facules sont rares au voisinage de l'équateur, et elles augmentent en nombre dans les hautes latitudes.

» Leur répartition entre les deux hémisphères est de 44 au sud au lieu de 34, et de 24 au nord au lieu de 42.

TABLEAU I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1902. — 0,50			
6-15	6	9,7	— 8°		210
	12 j.		— 8°,0	»	
		Février 1902. — 1,00			
	9 j.		»	»	
		Mars 1902. — 0,48			
3- 7	5	3,5		+24°	29
2- 3	2	4,0	—26°		8
4-14	9	8,3		+24°	392
	21 j.		—26°,0	+24°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude*.

1902.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Janvier....	»	»	»	»	1	1	0	»	»	»	»	»	1	210
Février....	»	»	»	»	»	0	0	»	»	»	»	»	»	»
Mars......	»	»	1	»	»	1	2	»	»	2	»	»	3	429
Totaux..	»	»	1	»	1	2	2	»	»	2	»	»	4	639

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude*.

1902.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Janvier....	1	»	1	2	1	5	9	»	»	4	1	4	14	4,7
Février....	11	»	3	2	2	18	6	3	»	»	1	2	24	5,6
Mars......	14	3	2	1	1	21	9	1	»	5	»	3	30	11,9
Totaux..	26	3	6	5	4	44	24	4	»	9	2	9	68	22,2

ASTRONOMIE. — *Comparaison des Tables de Vesta avec les observations méridiennes faites de* 1890 *à* 1900. Note de M. **Gustave Leveau**, présentée par M. Lœwy.

« Par l'emploi de mes Tables de Vesta, publiées dans le XXII[e] Volume des *Annales de l'Observatoire de Paris* et de la *Connaissance des Temps*, j'ai calculé des éphémérides qui, comparées aux observations méridiennes, m'ont donné pour les différences *Observation* — *Calcul* les valeurs suivantes. J'y ai joint la comparaison des observations avec les éphémérides calculées par le *Nautical Almanac*, d'après les éléments de M. Farley.

			$\mathcal{R}_0 - \mathcal{R}_c$.		$P_0 - P_c$.	
		Observ.	Nautical Almanac.	Tables Leveau.	Nautical Almanac.	Tables Leveau.
			s	s	"	"
1890.	De janv. 8 à janv. 31.....	11	+1,18	+0,03	+ 0,9	+0,4
	De févr. 1 à févr. 19.....	19	+1,17	+0,03	+ 0,5	+0,6
	De févr. 24 à mars 18.....	20	+1,02	+0,03	+ 0,5	+0,6
	De mars 25 à avril 5.....	15	+0,89	+0,02	+ 0,3	+0,3
1891.	De juin 11 à juill. 2.....	13	+2,51	+0,21	+ 3,9	—0,4
	De juill. 4 à juill. 27.....	15	+2,38	+0,23	+ 5,9	0,0
	De août 4 à août 19.....	6	+1,95	+0,14	+ 5,4	+0,5
1892.	De déc. 10 à déc. 30.....	10	+1,00	+0,01	— 5,8	+0,5
1894.	De mars 8 à mars 22.....	10	+1,73	+0,25	+ 8,9	+2,0
	De mars 23 à avril 7.....	10	+1,65	+0,25	+ 8,2	+1,9
	De avril 9 à mai 1.....	9	+1,51	+0,16	+ 7,3	+1,7
1895.	De juill. 19 à juill. 24.....	4	+2,13	+0,07	—10,9	—0,9
	De août 19 à sept. 4.....	10	+2,54	+0,05	—10,9	—0,7
	De sept. 9 à oct. 4.....	8	+2,34	+0,06	— 9,5	—1,1
	De oct. 18 à nov. 18.....	6	+1,65	—0,03	— 5,9	+0,3
1896.	De nov. 30 à déc. 12.....	2	+1,71	+0,06	— 2,0	+1,5
1897.	De janv. 23 à janv. 26.....	2	+1,65	+0,16	— 4,3	—0,2
	De févr. 16 à févr. 26.....	10	+1,31	+0,11	— 3,9	0,0
	De févr. 27 à mars 9.....	10	+1,18	+0,06	— 3,6	+0,2
1898.	De avril 15 à mai 18.....	8	+2,91	+0,19	+16,3	+1,0
	De mai 21 à juin 22.....	9	+2,55	+0,18	+15,3	+1,2
1899.	De oct. 2 à oct. 16.....	7	+2,17	+0,06	—15,1	—1,0
	De nov. 6 à nov. 29.....	4	+1,92	+0,11	—11,5	+0,4
	De déc. 8 à déc. 30.....	3	+1,52	+0,03	— 9,8	+0,2

» Les différences *Observation — Calcul* correspondant à chaque observation, ainsi que les positions normales conclues des observations, seront publiées dans le *Bulletin astronomique*. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Remarque sur un problème de Clebsch sur le mouvement d'un corps solide dans un liquide indéfini et sur le problème de M. de Brun.* Note de M. W. **Stekloff**, présentée par M. Appell.

« Le problème de M. de Brun s'énonce comme il suit :

» *Trouver le mouvement d'un corps solide dont les molécules sont attirées par un plan fixe proportionnellement à la distance, en supposant que le corps ait un point fixe dans le plan attirant.*

» Dans le problème de Clebsch, il s'agit de *trouver le mouvement d'un corps solide dans un liquide indéfini* (*idéal et incompressible*), *en l'absence de toute force accélératrice, en supposant que la force vive* T *du corps ait l'expression suivante :*

$$2T = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + a_3 x_3^2 + b_1 y_1^2 + b_2 y_2^2 + b_3 y_3^2,$$

a_s, b_s $(s = 1, 2, 3)$ *étant des constantes positives satisfaisant à la condition*

$$(1) \qquad \frac{a_3 - a_2}{b_1} + \frac{a_1 - a_3}{b_2} + \frac{a_2 - a_1}{b_3} = 0,$$

x_s, y_s $(s = 1, 2, 3)$ *étant les variables de Clebsch* (*Mathemat. Annalen*, Bd. III).

» Je dis que *ces deux problèmes ne constituent au fond qu'un seul et même problème.*

» En effet, le problème de Clebsch se ramène à l'intégration des équations suivantes :

$$(2) \qquad \frac{dx_1}{dt} = x_2 b_3 y_3 - x_3 b_2 y_2, \quad \ldots$$

$$(3) \qquad \frac{dy_1}{dt} = (a_3 - a_2) x_2 x_3 + (b_3 - b_2) y_2 y_3, \quad \ldots,$$

t désignant le temps. Dans ces équations, $b_1 y_1$, $b_2 y_2$, $b_3 y_3$ désignent les composantes p, q, r de la rotation instantanée suivant les axes invariablement liés au corps, et x_1, x_2, x_3 sont égaux à $k\gamma_1$, $k\gamma_2$, $k\gamma_3$, k étant une constante arbitraire et γ_1, γ_2, γ_3 représentant les cosinus des angles que font les axes mobiles avec l'axe fixe des ζ, choisi convenablement. Substituant, dans (2) et (3), p, q, r, γ_1, γ_2, γ_3 au lieu de x_s, y_s $(s = 1, 2, 3)$ et

désignant par A, B, C les inverses de b_1, b_2, b_3, on trouve

$$(4)\qquad \frac{d\gamma_1}{dt} = \gamma_2 r - \gamma_3 q, \qquad \ldots,$$

$$(5)\qquad A\frac{dp}{dt} = (B - C)qr + (a_3 - a_2)k^2\gamma_2\gamma_3, \qquad \ldots.$$

» Supposons que

$$a_3 - a_2 = \lambda(B - C), \qquad a_1 - a_3 = \lambda(C - A),$$

λ étant une constante. Ces relations auront lieu toujours, pourvu que les constantes a_s, b_s ($s = 1, 2, 3$) satisfassent à la condition de Clebsch (1).

» Les équations (3) [ou (5)] peuvent donc s'écrire comme il suit :

$$(6)\qquad A\frac{dp}{dt} = (B - C)(qr + \lambda k^2\gamma_2\gamma_3), \qquad \ldots$$

» Ces équations, jointes aux équations (4), sont identiques aux équations différentielles du problème de M. de Brun. On peut donc énoncer la proposition suivante :

» *Le mouvement de rotation autour de l'origine des coordonnées, invariablement liées au corps solide, dans le problème considéré de Clebsch, est le même que le mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe dans le problème de M. de Brun* (ou inversement).

» Le problème de Clebsch, connu depuis longtemps, a été déjà étudié par divers auteurs; il suffit de citer les recherches de Clebsch, de M. H. Weber et de M. F. Kötter (*Mathem. Annalen*, 1871, 1878; *Crelle's Journal*, Bd. 109). On sait que les équations du mouvement (5) dans le problème de Clebsch admettent, outre les trois intégrales de Kirchhoff, une quatrième intégrale de la forme

$$A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2 + \lambda k^2(BC\gamma_1^2 + CA\gamma_2^2 + AB\gamma_3^2) = \text{const.},$$

qui est identique à la quatrième intégrale du problème de M. de Brun. D'une façon générale, tous les résultats obtenus par les géomètres que nous venons de citer s'étendent, sans modification, au problème de M. de Brun. Ainsi, il est connu que les variables p, q, r, γ_1, γ_2, γ_3 dans le problème de Clebsch s'expriment en fonctions ultra-elliptiques $\mathfrak{S}$ de deux arguments qui dépendent linéairement du temps : *les mêmes variables dans le problème de M. de Brun ont les mêmes expressions*.

» D'autre part, M. G. Kobb a démontré, dans le Tome XXIII du *Bulletin de la Société mathématique de France*, que la solution générale du problème

de M. de Brun peut s'exprimer à l'aide de trois intégrales de différentielles totales, attachées à une surface algébrique. Il en est de même, d'après ce qui précède, de la solution générale du problème de Clebsch. Ici nous avons un autre exemple, où les intégrales, introduites dans la Science par M. E. Picard, se présentent dans l'étude d'un problème de Mécanique.

» En terminant ma Note je profite de l'occasion pour indiquer une solution particulière du problème de Clebsch et, par conséquent, de celui de M. de Brun. La condition (1) peut être remplacée par les suivantes :

$$a_1 = \mu + \rho b_2 b_3, \qquad a_2 = \mu + \rho b_3 b_1, \qquad a_3 = \mu + \rho b_1 b_2,$$

μ et ρ étant des constantes arbitraires. Ces conditions étant remplies, on peut satisfaire aux équations (2) et (3) en posant

$$y_1 = \lambda_1 x_1, \qquad y_2 = \lambda_2 x_2, \qquad y_3 = \lambda_3 x_3,$$
$$\lambda_1 = \frac{Q}{\sigma + \rho b_1}, \qquad \lambda_2 = \frac{Q}{\sigma + \rho b_2}, \qquad \lambda_3 = \frac{Q}{\sigma + \rho b_3},$$
$$Q^2 = (\sigma + \rho b_1)(\sigma + \rho b_2)(\sigma + \rho b_3),$$

σ étant une constante arbitraire. Le problème se ramène à l'intégration de trois équations bien connues :

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{\sigma}{\lambda_1}(b_3 - b_2)x_2 x_3, \quad \frac{dx_2}{dt} = \frac{\sigma}{\lambda_2}(b_1 - b_3)x_3 x_1, \quad \frac{dx_3}{dt} = \frac{\sigma}{\lambda_3}(b_2 - b_1)x_1 x_2.$$

» *Les variables* x_s, y_s ($s = 1, 2, 3$) ou ($p, q, r; \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$) *s'expriment en fonctions elliptiques de t. Le mouvement de rotation se réduit à un mouvement de Poinsot. La solution contient quatre constantes arbitraires.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Frobenius.* Note de M. **de Séguier**, présentée par M. Jordan.

« Dans ma Note du 24 mars dernier les deux propositions suivantes sont restées sans démonstration :

» I. *Si un* g_{ab} (¹) (*a premier à b*) G *a exactement a* $e_{(a)}$ *tels que* $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$

(¹) J'écris g_m pour *groupe d'ordre m*, g^n pour *groupe de degré n*, g^n_m pour *groupe d'ordre m et de degré n*, $e_{(k)}$ pour *élément dont l'ordre divise k*. Je dis que G *a un groupe* A, si A divise G, que l'ensemble des symboles permutés par un groupe de substitutions est son *champ*, enfin que deux groupes de substitutions (comme

formant un g_a A *et* b $e_{(b)}$ *tels que* $\beta_1, \beta_2, \ldots$, G *a un* g_b. (*On sait d'ailleurs que* $\alpha_i\beta_k = \beta_k\alpha_i$). La proposition étant évidente quel que soit b pour $a = 1$, on peut l'admettre quel que soit b pour les valeurs de a plus petites que celle considérée. Soit D le plus grand commun diviseur de $\{\beta_1, \ldots, \beta_b\} = B$ et de A. Si $D = 1$, la proposition est démontrée. Si D est un $g_{a'} < A$, B contenant b $e_{(b)}$ et a' $e_{(a)}$ qui forment un $g_{a'}$ est d'ordre ba' et a un g_b. Soit donc $D = A$. Si A (qui est ici abélien) a un $g_{a'}A' > 1$ et $< A$ ($a = a'a''$), A' sera normal dans G, et l'on peut admettre que $G \mid A'$ d'ordre ba'', qui contient un $g_{a''}$ $A \mid A'$ formé de ses $e_{(a'')}$ et b $e_{(b)}$ (les $A'\beta_i$, tous distincts puisque leur nombre est multiple de b), a un g_b auquel répond dans G un g_{ba}, $G' = \Sigma A\beta_i$ contenant un g_b. Soit donc A simple, donc a premier $= p$. Considérons la représentation régulière $\mathcal{G}$ de G et soit, dans $\mathcal{G}$, $\{s\} = \mathcal{A}$ [$s = \Pi_1^b s_i$, $s_i = (a_{i1} \ldots a_{ip})$, les a_{ik} étant bp symboles; le champ de s_i sera désigné par σ_i] la représentation de A. $\mathcal{G}$ divisera $\{\mathcal{A}', \mathcal{S}\}$ en posant $\mathcal{A}' = \{s_1, \ldots, s_b\}$, $\mathcal{S} = \Sigma t$, $t = \Pi_1^p t_k$, t_k (formée avec $a_{1k}, \ldots, a_{bk}$ comme t_1 avec $a_{11}, \ldots, a_{b1}$) parcourant le symétrique de champ $a_{1k}, \ldots, a_{bk}$. Soit $\mathcal{G} = \Sigma_\rho \mathcal{A} x_\rho$ où l'on peut supposer que x_ρ est un $e_{(b)}$. Il est facile de voir que, si $t^{-1}\Pi s_i^{\xi_i} t = \Pi s_i^{\xi'_i}$, les ξ'_i sont une permutation des ξ_i telle que la substitution $(\xi_i, \xi'_i) = \tau$ est semblable à t_1^{-1}, ξ_i étant mis à la place de a_{i1}. De plus, si $(t\Pi s_i^{\xi_i})^\mu = t^\mu \Pi s_i^{\eta_i}$, η_i est la somme des μ ξ_i que $\tau^0, \tau^1, \ldots, \tau^{\mu-1}$ substituent à ξ_i. Si μ est l'ordre de $t\Pi s_i^{\xi_i}$, on aura, $\mathcal{S}$ étant premier à $\mathcal{A}'$, $t^{-\mu} = \Pi s_i^{\eta_i} = 1$, donc $\eta_i \equiv 0 \bmod p$. Si donc t est régulière, on a $\Sigma\xi_i \equiv 0$. Soit alors $x_\rho = t^{(\rho)}\Pi s_i^{\xi_i^{(\rho)}}$ ($t^{(\rho)}$ étant dans $\mathcal{S}$) et $x_1 x_2 = x_3 s^\xi$, $t^{(2)-1}\Pi s_i^{\xi_i^{(1)}} t^{(2)} = \Pi s_i^{\xi_i}$. On aura $t^{(1)}t^{(2)}\Pi s_i^{\xi_i^{(2)}+\xi_i} = t^{(3)}\Pi s_i^{\xi_i^{(3)}} s^\xi$, donc $t^{(1)}t^{(2)} = t^{(3)}$ et $\xi_i^{(2)} + \xi_i \equiv \xi_i^{(3)} + \xi$. Or l'action de $\mathcal{G}$ sur les σ_i est celle d'un g_b^b régulier. Donc $t_1^{(\rho)}$ est régulière et de même $t^{(\rho)}$. Donc $\Sigma\xi_i^{(\rho)} \equiv \Sigma\xi_i \equiv 0$ et $\xi \equiv 0$. Donc Σx_ρ et $\Sigma t^{(\rho)} = \mathcal{S}'$ sont deux groupes isomorphes. Or $\Sigma_\rho t_k^{(\rho)}$ est un g_b^b régulier. Donc $\mathcal{A}\mathcal{S}'$ est un g_{bp}^{bp} régulier. *Donc* $\mathcal{G}$ *est semblable au produit direct de* $\mathcal{A}$ *par un diviseur de* $\mathcal{S}$.

» II. *Si un* g_{ab} (*a premier à b*) G *contient* b $e_{(b)}$($\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_b$) *et* $b(a-1)+1$ $e_{(a)}$ *répartis en* b g_a *abéliens conjugués* $A_1 = A, A_2, \ldots, A_b$ *premiers entre eux deux à deux, on a* $G = \Sigma_k A_i \beta_k$. Il suffit de montrer que chaque $A_i\alpha_k$ ($\alpha_k \neq 1$ dans A_k; $i \neq k$) contient un β. On voit d'abord que A_i n'est permutable qu'aux α_i, et que G ne contenant d'autre $e_{(ab)}$ que des α ou des β, un α n'est permutable qu'à un α, un β qu'à un β. De plus, un

---

deux substitutions) sont *semblables*, lorsqu'ils ne diffèrent que par le choix des symboles.

$\alpha_i \neq 1$ n'est permutable qu'à un α_i; car, si $\alpha_k^{-1}\alpha_i\alpha_k = \alpha_i$, $\alpha_k^{-1}A_i\alpha_k$ ne serait pas premier à A_1. Enfin, α_i et α'_i (α'_i étant dans A_i) ne peuvent être conjugués sans coïncider; car, si $x^{-1}\alpha_i x = \alpha'_i$, $x^{-1}A_i x$ et A_i ont en commun α'_i; donc $\alpha'_i = 1$, ou x est dans A_i. Supposons maintenant qu'il y ait un élément commun ε à $A_i\alpha_k = A_i\varepsilon$ (ε est donc hors de A_i) et à $x^{-1}A_i\varepsilon x (x \neq 1)$. Il y aura dans A_i deux éléments α_i, α'_i, tels que $\varepsilon = x^{-1}\alpha_i\varepsilon x$, $\alpha'_i\varepsilon = x^{-1}\varepsilon x$: d'où, en éliminant ε, $\alpha_i'^{-1} = x^{-1}\alpha_i x$. Donc, ou bien $\alpha_i = \alpha'_i = 1$ de x est permutable à ε, ou bien x est dans A_i, ce qui contredit la relation $\varepsilon x\varepsilon^{-1} = x\alpha'_i$. Si, inversement, x est permutable à ε, $A_i\varepsilon$ et $x^{-1}A_i\varepsilon x$ ont évidemment en commun l'élément ε. *Ainsi* $A_i\alpha_k$ *et* $x^{-1}A_i\alpha_k x$ *ont un élément commun* ε *toujours et seulement si* x *est permutable à* ε. *Ils n'ont donc jamais deux* α *en commun ni un* α *et un* β *sans coïncider*. Si, d'ailleurs, ils coïncident, x, permutable à α_k et à un autre élément, est l'unité. *Donc* $A_i\alpha_k$ *a ab conjugués*. Supposons maintenant que $A_i\alpha_k$ ne contienne que des α. Il en sera de même de ses *ab* conjugués, et chaque α_l de $A_i\alpha_k$ appartiendra aux seuls $x^{-1}A_i\alpha_k x$, où x est dans A_l. Donc chacun des a^2b éléments du système S des *ab* conjugués de $A_i\alpha_k$ est répété *a* fois, et S contient *ab* éléments distincts, ce qui ne se peut, G étant d'ordre *ab*. Donc chaque $A_i\alpha_k$ contient un β et un seul. Il est aisé de voir qu'il y a $\frac{b-1}{a}$ systèmes, tels que S. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dérivé de l'eau oxygénée.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons précédemment montré qu'un pyranol, le dinaphtopyranol $C^{10}H^6\langle{}^{CHOH}_{O}\rangle C^{10}H^6$, en solution acétique, possède un certain pouvoir oxydant. C'est ainsi que ce corps oxyde facilement l'acide iodhydrique, transforme le diphénopyranol en diphénopyrone.

» L'action du dinaphtopyranol sur quelques réactifs, la poudre de zinc, l'alcool, le pyrogallol, les iodures alcalins, montre nettement que ce corps en solution acétique ne peut être considéré comme un alcool, un pyranol :

```
        CHOH
    \ /    \ /
     |      |
     |      |
    / \    / \
        O
```

mais comme un dérivé de l'eau oxygénée, comme un hydrate de peroxyde :

CH

O — OH

» *Action de la poudre de zinc.* — Si l'on ajoute quelques centigrammes de ce réactif à une solution acétique de pyranol, à l'ébullition, on voit en très peu de temps la liqueur, primitivement rouge, se décolorer et déposer une substance blanche qui, purifiée par cristallisation dans le toluène, paraît identique d'après son mode de formation, son point de fusion élevé et sa solubilité, au bis-dinaphtopyryle (bis-dinaphtoxanthène) [1] déjà obtenu par nous au moyen de la poudre de zinc sur le bromure de dinaphtopyryloxonium [2].

» *Action de l'alcool.* — Si, à une solution acétique rouge de pyranol, à l'ébullition et au reflux, on ajoute quelques centimètres cubes d'alcool, on voit peu à peu la solution se décolorer. Les vapeurs échappées du réfrigérant, condensées, fournissent les réactions caractéristiques de l'aldéhyde éthylique.

» La solution acétique, faiblement teintée en rouge, est traitée par l'eau.

» Le précipité formé, séché, est dissous dans le benzène chaud, d'où par refroidissement cristallisent des aiguilles groupées, fondant à 201°. La solution benzénique de ce corps, additionnée d'une solution également benzénique d'acide picrique, donne un précipité rouge orangé, qui, recristallisé et séché, fond, en tube étroit, vers 173°, en un liquide rouge foncé.

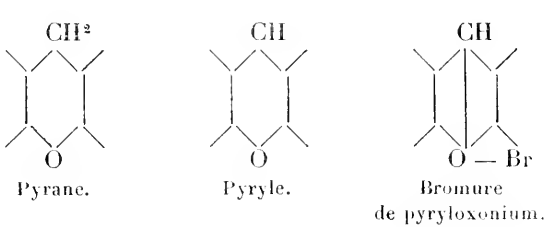
» Le corps formé dans l'action de l'alcool sur le dinaphtopyranol n'est autre chose que le dinaphtopyrane.

» L'équation de cette curieuse réaction est la suivante :

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O-OH+C^{2}H^{6}O=C^{2}H^{4}O+H^{2}O+CH^{2}\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O,$$

---

[1] Nous désignons sous le nom de *pyryle* le radical dérivant du pyrane par perte d'un atome d'hydrogène :



Pyrane. Pyryle. Bromure de pyryloxonium.

[2] R. Fosse, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, p. 526.

elle est semblable à celle de l'alcool sur nos sels de pyryloxonium

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\ \overline{C^{10}H^{6}}\end{matrix}\right\rangle O - Br + C^{2}H^{6}O = C^{2}H^{4}O + HBr + CH^{2}\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\ C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O.$$

» Elle rappelle l'action oxydante des quinones sur ce même réactif

$$C^{6}H^{4}\left\langle\begin{matrix}O\\ |\\ O\end{matrix}\right. + C^{2}H^{6}O = C^{6}H^{4}\left\langle\begin{matrix}OH\\ OH\end{matrix}\right. + C^{2}H^{4}O.$$

» *Action du pyrogallol.* — Quelques parcelles de ce corps décolorent une solution acétique de pyranol. L'étude de la réaction n'a pas encore été terminée.

» *Action de l'iodure de potassium.* — Si l'on ajoute une solution acétique d'iodure de potassium à une solution acétique de pyranol, on voit immédiatement se former un précipité sombre, cristallisé, à reflets verts. Tout l'iode de l'iodure se libère de sa combinaison alcaline pour donner une combinaison organique très riche en iode. Il paraît se former simultanément une deuxième substance, probablement suivant une réaction semblable à celle de l'action de HI sur le pyranol.

» L'action oxydante du dinaphtopyranol sur l'acide iodhydrique, le diphénopyranol, la poudre de zinc, l'alcool, le pyrogallol et, surtout, la décomposition de l'iodure de potassium montrent que le dinaphtopyranol en solution acétique ne peut être considéré comme un alcool, mais comme un dérivé de l'eau oxygénée, dont il possède plusieurs des réactions; c'est un hydrate de peroxyde où un atome d'oxygène est tétravalent :

$$C^{10}H^{6}\left\langle\begin{matrix}CH\\ |\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^{6}. \qquad (O - OH)$$

» On sait que le premier peroxyde connu, le peroxyde d'éthyle, a été obtenu par M. Berthelot; MM. Bæyer et Villiger ont préparé un grand nombre de peroxydes et d'hydrates de ces peroxydes. La formule de notre hydrate de peroxyde s'obtient en remplaçant X par OH dans la formule générale :

$$C^{10}H^{6}\left\langle\begin{matrix}CH\\ |\\ O\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^{6} \qquad (O - X)$$

que MM. Haller et Fosse ont attribuée aux sels de pyryloxonium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de quelques alcools tertiaires (II). Diphénylcarbinols.* Note de M. **H. Masson**, présentée par M. Haller.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 483), j'ai étudié l'action des dérivés organomagnésiens gras sur les éthers d'acides gras ; j'ai depuis étendu cette étude à l'action des dérivés organomagnésiens aromatiques.

» MM. Tissier et Grignard ont montré (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1182) que les dérivés organomagnésiens aromatiques fonctionnent de la même façon que les dérivés alkylés correspondants et ont étudié entre autres leur action sur les chlorures d'acides; dans ce cas ils obtiennent directement les carbures diphényléthyléniques.

» Dans une récente publication sur les produits de l'action des dérivés organomagnésiens sur la benzophénone, M. A. Klages (*D. ch. G.*, t. XXXV, p. 2646) semble n'avoir pas toujours pu isoler les alcools tertiaires, mais seulement les carbures correspondants; j'y suis parvenu dans tous les cas.

» Dans mes recherches j'ai étudié exclusivement l'action du phénylbromure de magnésium sur les divers éthers; seul le formiate d'éthyle m'a donné un alcool secondaire, le benzhydrol $(C^6H^5)^2CHOH$ fondant à 68°, les éthers des autres acides fournissent des alcools tertiaires de forme $(C^6H^5)^2COH - R$.

» Ces alcools sont pour la plupart cristallisés; ils ne peuvent être distillés même dans le vide sans perdre de l'eau; la distillation à la pression ordinaire conduit directement aux carbures éthyléniques correspondants. Ces carbures sont le plus souvent cristallisés, ils fixent 2 atomes de brome en donnant des dérivés dibromés liquides; par oxydation ils fournissent de la benzophénone et des acides ayant un carbone de moins que les acides générateurs. L'hydrogénation par l'alcool et le sodium conduit aux carbures saturés correspondants comme l'a montré également M. Klages pour deux de ces carbures.

» Le diphénylméthylcarbinol $(C^6H^5)^2 = COH.CH^3$ [décrit par M. Tiffeneau, *Bul. Soc. chim.*, (3), t. XXVII, p. 293] fond à 81°.

» Le diphényléthylène bout à 270°-271° et fond vers 6° [Redsko indique +8° (*J. Soc. ch. r.*, t. XXII, p. 365) et M. Klages le décrit liquide].

» Le diphényléthane bout à 137° sous 12^{mm}.

» Le diphényléthylcarbinol $(C^6H^5)^2 = COH.CH^2.CH^3$ fond à 91°-92°.

» Le diphénylpropylène $(C^6H^5)^2 = C = CH.CH^3$ fond à 51°, bout à 280°-281°.

» Le diphénylpropane 1.1 $(C^6H^5)^2 = CH.CH^2.CH^3$ bout à 142° sous 10^{mm}.

» Le diphénylpropylcarbinol $(C^6H^5)^2 = COH.CH^2.CH^2.CH^3$ bout vers 185° sous 15mm.
» Le diphénylbutylène $(C^6H^5)^2 = C = CH.CH^2.CH^3$ bout à 291°-292°.
» Le diphénylbutane 1.1 $(C^6H^5)^2 = CH.CH^2.CH^2.CH^3$ bout à 150° sous 10mm.
» Le diphénylpentylcarbinol $(C^6H^5)^2 = COH.(CH^2)^4.CH^3$ fond à 46°-47°.
» Le diphénylhexylène $(C^6H^5)^2 = C = CH.(CH^2)^3CH^3$ bout à 314°.
» Le diphénylhexane 1.1 $(C^6H^5)^2 = CH.(CH^2)^4.CH^3$ bout à 164° sous 10mm. »

CHIMIE. — *Sulfates cupro-ammoniques anhydres.* Note de M. **Bouzat**.

« J'ai étudié dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXV, n° 5) les chlorures cuproammoniques anhydres. Je me propose d'examiner maintenant les sulfates, pour comparer leurs chaleurs de formation à celles des chlorures. On sait, en effet, que les différents sels cuivriques dissous dégagent la même quantité de chaleur en se combinant à l'ammoniaque et que cette relation permet de conclure à l'existence de radicaux complexes, se transportant sans altération d'un sel cuproammonique dans un autre, par exemple du chlorure dans le sulfate correspondant (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, n° 21). Il importait de rechercher si la même théorie peut être appliquée aux sels solides.

» On a déjà signalé plusieurs combinaisons du sulfate cuivrique et du gaz ammoniac. Rose a fait connaître l'existence de $SO^4Cu\,5AzH^3$; Graham et Kane, celles de $SO^4Cu\,2AzH^3$ et $SO^4Cu\,AzH^3$. J'ai préparé ces corps à nouveau et j'ai trouvé qu'il y en a un autre bien défini $SO^4Cu\,4AzH^3$.

» La préparation de ces différents composés est tout à fait analogue à celle des chlorures correspondants. Pour avoir $SO^4Cu\,5AzH^3$ on liquéfie du gaz ammoniac complètement privé d'eau sur du sulfate cuivrique anhydre; on laisse ensuite l'ammoniac en excès se dégager pendant que le tube revient à la température ordinaire; le produit qui reste a pour formule $SO^4Cu\,5AzH^3$. C'est encore ce même sel que l'on obtient si l'on maintient la température à — 30° pendant l'évaporation de l'ammoniac non combiné. $SO^4Cu\,5AzH^3$ est dissociable en AzH^3 et $SO^4Cu\,4AzH^3$; la tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique vers 90°. $SO^4Cu\,4AzH^3$ est dissociable à son tour en $2AzH^3$ et $SO^4Cu\,2AzH^3$; la tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique vers 150°. Enfin, $SO^4Cu\,2AzH^3$ est dissociable en AzH^3 et $SO^4Cu\,AzH^3$. On prépare $SO^4Cu\,AzH^3$ en chauffant $SO^4Cu\,2AzH^3$ à 260° dans le vide fourni par une trompe à eau.

» *$SO^4Cu\,AzH^3$.* — C'est une poudre verte, qui donne avec l'eau un précipité de sulfate basique.

» *Chaleur de formation :*

1° SO^4CuAzH^3 sol. + $27AzH^3$ diss. (18^l) = $SO^4Cu\,28AzH^3$ diss. (18^l) ..... $+22^{cal},08$

d'où

SO^4Cu sol. + AzH^3 gaz = SO^4CuAzH^3 sol. ..... $+23^{cal},47$

2° SO^4CuAzH^3 sol. + $7AzH^3$ diss. (8^l) = $SO^4Cu\,8AzH^3$ diss. (8^l) ..... $+21^{cal},75$

d'où

SO^4Cu sol. + AzH^3 gaz = SO^4CuAzH^3 sol. ..... $+23^{cal},50$

» *$SO^4Cu\,2AzH^3$*. — C'est, comme SO^4CuAzH^3, une poudre verte, qui donne avec l'eau un précipité de sulfate basique.

» *Chaleur de formation :*

1° $SO^4Cu\,2AzH^3$ sol. + $26AzH^3$ diss. (18^l) = $SO^4Cu\,28AzH^3$ diss. (18^l) ..... $+11^{cal},02$

d'où

SO^4Cu sol. + $2AzH^3$ gaz = $SO^4Cu\,2AzH^3$ sol. ..... $+43^{cal},30$

2° $SO^4Cu\,2AzH^3$ sol. + $6AzH^3$ diss. (8^l) = $SO^4Cu\,8AzH^3$ diss. (8^l) ..... $+10^{cal},92$

d'où

SO^4Cu sol. + $2AzH^3$ gaz = $SO^4Cu\,2AzH^3$ sol. ..... $+43^{cal},14$

» *$SO^4Cu\,4AzH^3$*. — C'est une poudre d'une couleur bleu violet, très différente de la couleur que possèdent les sels cuivriques en solution ammoniacale. Il est soluble dans une petite quantité d'eau; la solution laisse déposer un précipité de sulfate basique quand on l'étend.

» *Chaleur de formation :*

1° $SO^4Cu\,4AzH^3$ sol. + $24AzH^3$ diss. (18^l) = $SO^4Cu\,28AzH^3$ (18^l) ..... $-1^{cal},82$

d'où

SO^4Cu sol. + $4AzH^3$ gaz = $SO^4Cu\,4AzH^3$ sol. ..... $+73^{cal},74$

2° $SO^4Cu\,4AzH^3$ sol. + $4AzH^3$ diss. (8^l) = $SO^4Cu\,8AzH^3$ diss. (8^l) ..... $-2^{cal},10$

d'où

SO^4Cu sol. + $4AzH^3$ gaz = $SO^4Cu\,4AzH^3$ sol. ..... $+73^{cal},70$

» *$SO^4Cu\,5AzH^3$*. — C'est une poudre d'une couleur bleu violet analogue à celle de $SO^4Cu\,4AzH^3$. Il est soluble dans l'eau; la solution étendue laisse déposer un précipité de sulfate basique. Il n'est pas soluble dans l'ammoniac liquéfié.

» *Chaleur de formation :*

» L'emploi de l'ammoniac liquéfié ne permettant de préparer le corps $SO^4Cu\,5AzH^3$

qu'en petite quantité, on s'est servi pour déterminer sa chaleur de formation du mélange de $SO^4Cu\,4AzH^3$ et de $SO^4Cu\,5AzH^3$ qu'on obtient par l'action à froid du gaz ammoniac sur le sulfate cuivrique anhydre.

$SO^4Cu\,4{,}8AzH^3$ sol. + $23{,}2AzH^3$ diss. (18^l) = $SO^4Cu\,28AzH^3$ diss. (18^l).. — $6^{cal},35$

d'où

SO^4Cu sol. + $4{,}8AzH^3$ gaz = $SO^4Cu\,4{,}8AzH^3$ sol........................ $+85^{cal},1$

» Comme à partir de $SO^4Cu\,4AzH^3$ la quantité de chaleur dégagée est proportionnelle à la quantité d'ammoniaque fixée :

SO^4Cu sol. + $5AzH^3$ gaz = $SO^4Cu\,5AzH^3$ sol...... .... $+87^{cal},95$

» Un autre composé, $SO^4Cu\,4{,}72AzH^3$, a conduit au nombre $88^{cal},30$.

» Si nous comparons les chlorures et les sulfates cupro-ammoniques anhydres, nous voyons que les chlorures renferment 2, 4 et 6 molécules d'ammoniaque et les sulfates 1, 2, 4, 5. Les chlorures et les sulfates qui se correspondent sont ceux qui contiennent 2 et 4 molécules d'ammoniaque. Or $CuCl^2\,2AzH^3$ et $SO^4Cu\,2AzH^3$ sont formés à partir de l'ammoniaque et du sel cuivrique avec des dégagements de chaleur respectifs de $45^{cal},5$ et $43^{cal},2$; $CuCl^2\,4AzH^3$ et $SO^4Cu\,4AzH^3$, avec des dégagements de $72^{cal},1$ et $73^{cal},7$. Les chaleurs de formation des deux sulfates à partir du sel de cuivre et de l'ammoniaque sont sensiblement égales à celles des deux chlorures. D'après les lois thermochimiques des substitutions, on doit admettre l'existence dans ces sels de radicaux complexes qui se transportent de l'un à l'autre à la façon d'un corps simple.

» De même que les chaleurs de formation sont à peu près égales, les tensions de dissociation à la même température paraissent être très voisines. Les tensions de dissociation de $SO^4Cu\,4AzH^3$ et de $CuCl^2\,4AzH^3$ atteignent la valeur de la pression atmosphérique respectivement vers 150° et 140° ; celles de $SO^4Cu\,5AzH^3$ et $CuCl^2\,6AzH^3$, toutes deux vers 90°. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche et le dosage de l'extrait de châtaignier en mélange avec l'extrait de chêne.* Note de M. **Ferdinand Jean**, présentée par M. Amagat.

« J'ai reconnu que si l'on agite à froid une solution d'extrait de bois de châtaignier avec une solution d'acide iodique, une certaine quantité d'iode est mise en liberté, tandis qu'avec l'extrait de bois de chêne on n'observe

rien de semblable. La réaction est également négative avec les solutions de québracho, palétuvier, mimosa, sumac, canaigre, lentisque, fustel, épine-vinette; le campêche fait exception et met en liberté une faible quantité d'iode.

» Les extraits de bois de chêne, destinés à la tannerie, étant fréquemment falsifiés avec de l'extrait de châtaignier, il était intéressant d'arriver à déceler cette fraude, qui est pratiquée impunément; car on n'a pas de procédé chimique permettant de la reconnaître.

» Nous avons appliqué la réaction de l'acide iodique à la recherche et au dosage de l'extrait de châtaignier en mélange dans l'extrait de chêne. On procède à la recherche qualitative en mélangeant par retournements successifs dans une boule à robinets la solution d'extrait suspect avec une solution d'acide iodique et du sulfure de carbone; si le sulfure de carbone présente une coloration violette, c'est l'indication de la présence de châtaignier dans l'extrait examiné. Le sulfure de carbone peut être remplacé par le tétrachlorure de carbone, la benzine, le chloroforme, etc.

» Pour déterminer la teneur d'un extrait tannique en châtaignier on opère sur 2^{cm^3} ou 3^{cm^3} d'extrait dissous dans 50^{cm^3} d'eau distillée, que l'on passe dans une boule à robinets; on agite avec 5^{cm^3} d'une solution d'acide iodique à 5 pour 100 et 4^{cm^3} à 5^{cm^3} de sulfure de carbone; après repos, on soutire le sulfure de carbone dans un flacon bouché à l'émeri et l'on renouvelle l'opération dans la boule, jusqu'à ce que le sulfure de carbone ne se colore plus. L'iode dissous dans le sulfure est ensuite titrée par agitation dans le flacon avec une solution titrée d'hyposulfite de soude, qu'on ajoute jusqu'à disparition complète de la coloration rose. On peut aussi faire le titrage en ajoutant dans le flacon un peu de solution d'iodure de potassium; le point final est indiqué par la décoloration complète du sulfure de carbone.

» Sachant que 1 d'iode, mis en liberté, correspond en moyenne à 6,25 d'extrait sec de châtaignier, à 19 d'extrait à 20° Baumé et à 16 d'extrait à 25° Baumé, il est facile de calculer très approximativement la teneur d'un extrait tannique en extrait de châtaignier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation pectique.* Note de M. Goyaud. (Extrait.)

« Lorsqu'on ajoute à une solution aqueuse concentrée et neutre de pectine certains sucs végétaux (carottes, trèfles, luzernes, etc.), le mélange se prend en masse gélatineuse. Ce phénomène est produit par une diastase : la *pectase*. On admet que la pectase n'agit qu'en présence des sels de calcium et en liqueur peu acide. J'ai voulu m'assurer si, en l'absence des sels de calcium, la pectase n'avait aucune action sur la pectine.

» ... J'ai reconnu que *la pectase transforme la pectine en acide pectique,*

même en l'absence des sels de calcium. Ceux-ci rendent le phénomène visible par suite de la formation de pectate de calcium insoluble. Mais, si l'on remplace dans le jus de trèfle la chaux par la potasse (ce à quoi l'on arrive par l'addition d'oxalate de potassium), il se produira du pectate de potassium soluble dans l'eau.

» Ces expériences ont été reprises avec des jus de trèfle dans lesquels la chaux a été précipitée par l'oxalate de sodium et d'ammonium. Les résultats ont été de tous points semblables.

» Il existe d'ailleurs un moyen de vérifier la conclusion précédente. Si, en effet, une molécule neutre de pectine fournit une ou plusieurs molécules acides d'acide pectique, l'acidité du milieu va augmenter. Pour vérifier cette hypothèse il est bon de n'employer que des proportions de pectase assez faibles pour que les transformations ne soient pas trop rapides....

» Les résultats obtenus sont résumés dans les Tableaux suivants; les acidités sont comptées en $0^{cm^3},1$ de liqueur titrée :

Proportion de jus potassique : 20 pour 100.

Date des mesures.	Acidité sur 5^{cm^3}.	Temps.	Accroissement d'acidité.
18 juin, $9^h.30^m$ m.	7,50	0	0
» 10. 0 m.	8,75	0,5	1,25
» 10.30 m.	10	1	2,50
» 11. 0 m.	11	1,5	3,50
» 11.30 m.	11,50	2	4
» 12.30 m.	12,25	3	4,75
» 2. 0 s..	13	4,5	5,50
» 4. 0 s..	13,75	6,5	6,25
» 9. 0 s..	14,25	9,5	6,75

Proportion de jus potassique : 40 pour 100.

Date des mesures.	Acidité sur 5^{cm^3}.	Temps.	Accroissement d'acidité.
20 juin, $9^h.\ 0^m$ m.	12,25	0	0
» 9.30 m.	14.25	0,5	2
» 9.45 m.	15,25	0,75	3
» 10.15 m.	17,50	1,25	5,25
» 10.30 m.	18	1,50	5,75
» 11. 0 m.	18,75	2	6,50
» 11.45 m.	19,25	2,65	7
» 2. 0 s..	21	5	8,75
» 4. 0 s..	22	7	9,75
» 7. 0 s..	23	10	10,75
21 juin, 10. 0 m.	24	25	11,75

» Si l'on remplace le jus potassique par du jus potassique bouilli on n'observe aucun changement dans l'acidité du mélange.

» CONCLUSION : *La pectase forme de l'acide pectique aux dépens de la pectine.* Le phénomène n'est pas influencé qualitativement par la présence ou l'absence des sels de calcium. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *L'élaboration du vénogène et du venin dans la glande parotide de la* Vipera Aspis. Note de M. L. LAUNOY, présentée par M. Edmond Perrier.

« 1° *Structure d'une cellule à venin élaboré.* — Dans une cellule venimeuse, sans inclusions cytoplasmiques, le noyau jamais en contact avec la vitrée contient un *nucléole* unique, généralement central, bien limité; ailleurs le nucléole offre l'aspect d'une masse polygonale dont les limites s'estompent dans le caryoplasme ambiant; il est, en tous les cas, réuni au réseau par de fins tractus chromatiques; souvent on trouve le nucléole entouré d'une zone plus claire, à la périphérie et à l'intérieur même du territoire nucléolaire, il est constant d'observer la présence de granulations à basophilie très accentuée; le *caroyplasme* clair, très finement granuleux, présente assez fréquemment des vacuoles incolores emprisonnant un grain de chromatine. Le *cytoplasme* granuleux, uniformément coloré en violet sur des coupes fixées au Lindsay et traitées au Magenta-Benda ou par la safranine-lichtgrün, n'offre rien de particulier.

» 2° *Cellule à granulations basophiles : cellules à vénogène.* — Le noyau répond sensiblement à la description précédente, mais le cytoplasme est ici clair, granuleux, moins dense que dans les cellules à venin élaboré et caractérisé par la présence de granulations spéciales, très réfringentes que l'on met en évidence par la safranine, le Magenta, le bleu de Unna, la laque ferrique d'Heidenhain, le carmin ammoniacal (¹). Sur des coupes colorées au Magenta-Lichtgrün, ces granulations de volume et de nombre variable dans chaque cellule sont essentiellement définies par leur forme ronde, parfois cunéiforme, sans habitat spécial; elles peuvent, très petites, cribler le cytoplasma d'un piqueté rouge vif ou, plus grosses, être réunies en plages; elles ne sont ordinairement pas libres, mais enrobées dans une vacuole de substance achromatique ou faiblement basophile; il est probable que, dans les cellules à grosses granulations, celles-ci proviennent de la fusion d'un plus grand nombre de petites, comme semblent l'indiquer les aspects suivants : plusieurs inclusions peuvent être tangentes par leurs vacuoles ou fusionner celles-ci, les granulations restant libres; autour d'une grosse granulation centrale peuvent graviter 5, 6, 8 granulations plus petites; sans doute ce sont là des moments dans le travail physique d'attraction moléculaire donnant lieu aux grosses granulations; moins fréquemment les vacuoles seules fusionnent, les grains basophiles étant rejetés dans le cytoplasma.

(¹) Meyer, dans *Ueber den Giftapparat der Schlangen* (1869), a le premier parlé de ces granulations réfringentes dans la glande de la *Vipera berus*. Lindemann, dans *Ueber die Secretionserscheinungen der Giftdrüse der Kreuzotter* (*Arch. f. mikr. Anat.*, 1898), qui a étudié le même animal, semble avoir dédaigné ces formations, il ne les figure pas. M. le Professeur Henneguy, dans les *Leçons sur la cellule* (1896), avait pourtant déjà donné une figure (p. 235) qui répond au stade des cellules à vénogène.

» Si l'on provoque des mouvements de défense chez les animaux en expérience et fixant les glandes après 1, 2, 3, ..., *n* piqûres, on suit facilement la marche régressive des inclusions safranophiles dans une glande en sécrétion normale active; alors on les voit se transformer en produits qui perdent leurs affinités chromatiques, se confondent ou se combinent avec le cytoplasma ambiant pour donner lieu au produit de sécrétion, lequel, excrété dans la lumière du tube glandulaire, est une masse granuleuse homogène à réactions cytoplasmiques. Aux granulations safranophiles je propose de donner le nom de *grains vénogènes*. Quelle est leur origine? D'un très grand nombre d'observations il m'apparaît que leur origine est nucléaire, le grain de vénogène résultant de l'exode de la chromatine du noyau dans le cytoplasma; le caryoplasme, à mon avis, participe à l'exode des grains de chromatine. Dans une cellule qui se recharge de vénogène il faut noter en effet l'existence au pôle antérieur du noyau d'une zone hyaline, réfringente, à très faible électivité pour les colorants nucléaires; cette zone hyaline peut être concentrique à la sphère nucléaire. Cette formation n'est pas un artefact; elle est visible avec le Lindsay, le $HgCl^2$, le Bouin; j'ai vu, de cette zone antépérinucléaire, partir des prolongements dans l'intérieur du cytoplasme, des granulations basophiles reposaient sur ces travées. Il n'y pas lieu de penser que ce soit une différenciation cytoplasmique; si, au contraire, nous rapprochons les réactions histo-chimiques et les aspects physiques de cette formation avec ceux donnés par le caryoplasme, on conçoit que l'on puisse se trouver ici en présence de l'émission, à travers la membrane, du caryoplasme ou d'un produit élaboré au sein du caryoplasme.

» *En résumé,* dans les cellules de la glande parotide de la *Vipera Aspis,* l'élaboration du venin est soumise aux phases suivantes : 1° *phase nucléaire :* la chromatine, le caryoplasme, le nucléole y participent; ce dernier ne disparaît jamais totalement; elle donne lieu à l'émission, dans le cytoplasme, de granulations safranophiles entourées d'un halo de substance hyaline qui paraît être du caryoplasme; ces granulations constituent les grains *de vénogène;* 2° *phase cytoplasmique :* les grains de vénogène émigrés dans le cytoplasme s'y accumulent; au moment de l'activité glandulaire, les réactions cyto-chimiques transforment le vénogène en *venin élaboré.*

» *N. B.* — Il y a lieu de rapprocher ces phénomènes de ceux déjà décrits dans les cellules à zymogène des glandes gastriques de la *Vipera berus.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Recherches paléontologiques en Patagonie.* Note de M. André Tournouër, présentée par M. Albert Gaudry.

« Au moment de repartir en Patagonie pour achever de remplir la mission paléontologique que le Ministère de l'Instruction publique et le

Muséum d'Histoire naturelle m'ont confiée, j'ai l'honneur de donner à l'Académie des indications sur les travaux déjà exécutés.

» Ayant acquis, pendant mon séjour de dix années dans la République Argentine, quelques connaissances sur l'Amérique du Sud, j'ai pensé que je pourrais rendre service à la Science française en explorant la Patagonie où de si curieuses découvertes paléontologiques ont été faites dans ces dernières années. Depuis les anciens travaux d'Alcide d'Orbigny, Darwin, Richard Owen, Flower, Burmeister, de très nombreux ossements de Mammifères de plusieurs âges géologiques ont été étudiés par MM. Florentino Ameghino, Moreno, Mercerat, Roth, Lydekker, Smith Woodward. La France, jusqu'à présent, ne possédait presque aucun reste de ces animaux qui ont intéressé tout le monde savant et ont été l'objet de vives discussions. M. Florentino Ameghino, directeur du Musée national de Buenos-Ayres, a eu la bonté de me donner les plus précieux renseignements; je lui en témoigne toute ma reconnaissance.

» Ma première exploration paléontologique en Patagonie a eu lieu de novembre 1898 à mai 1899. J'ai longé les Cordillères depuis Mendoza (latitude 32) jusqu'au Rio Senguerr (latitude 46). J'ai fait ensuite des recherches sur les bords du Coli-Huapi (lac Rouge); c'est là que j'ai rencontré les plus grandes difficultés, cette région étant absolument déserte et privée de végétation, à 60^{km} de lieux habités; il a fallu tout emporter avec moi pour ma nourriture et celle de mes gens. J'ai fait don au Muséum des échantillons recueillis.

» L'*Astrapotherium* est le genre dominant au Coli-Huapi. Outre l'énorme *Astrapotherium magnum*, j'ai rencontré un atlas, une portion distale de fémur, une défense d'une espèce encore plus gigantesque que le *Pyrotherium* trouvé plus tard au Rio Deseado.

» Ma seconde expédition a eu lieu de septembre 1899 à juin 1900. J'ai visité Punta-Arenas, les bords du Rio Gallegos, fouillé au mont Leone, près du Rio Santa-Cruz, dans les couches terrestres santacruziennes. Comme M. Carlos Ameghino, j'ai vu ces couches très nettement reposer sur les dépôts marins du Patagonien. Le *Nesodon* est le fossile le plus caractéristique du Santacruzien; il devait vivre en troupeaux : j'en ai rapporté au Muséum assez de pièces pour qu'on puisse se rendre compte de la forme des membres, aussi bien que de la tête de ce type si différent de nos fossiles européens.

» Mon troisième voyage, fait sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et du Muséum, a commencé en août 1901. J'ai complété

l'étude du Santacruzien par des recherches au Rio Coylet. J'ai pu ainsi envoyer au Muséum un ensemble considérable de la faune de cet étage : des Ongulés, tels qu'*Astrapotherium, Nesodon, Homalodontherium, Theosodon, Diadiaphorus, Hegetotherium, Protypotherium,* etc.; des Édentés comme *Nematherium, Hapalops, Eutatus, Peltephilus, Propalæohoplophorus;* des Rongeurs, comme *Myopotamus, Eocardia, Acaremys,* etc.; des Carnassiers subdidelphes (*Borhyæna*) et didelphes (*Prothylacynus*); l'intéressant Abderites, peut-être voisin des Kanguroos-rats et l'énigmatique *Epanorthus,* etc.

» Après mes fouilles dans le Santacruzien, je me suis rendu dans la région du Rio Deseado où j'ai entrepris l'examen des couches à *Pyrotherium* que M. Ameghino place plus bas que celles à *Astrapotherium* du Coli-Huapi; j'ai retrouvé l'*Astrapotherium* au Deseado comme au Coli-Huapi et au Rio Coylet; mais je n'avais pas au Coli-Huapi trouvé le *Pyrotherium* du Deseado.

» J'ai interrompu mes travaux en 1902 pour rapporter moi-même des pièces de *Pyrotherium* qui me paraissent avoir une grande importance.

» En résumé, les fossiles que j'ai recueillis, et que l'on peut voir dans le laboratoire de Paléontologie du Muséum, appartiennent aux étages suivants de M. Ameghino :

» Étage terrestre à *Nesodon* (Santacruzien);

» Étage marin (Patagonien);

» Étage terrestre du Coli-Huapi à *Astrapotherium* et à *Colpodon* (Patagonien terrestre);

» Étage terrestre du Rio Deseado à *Pyrotherium.*

» De nouvelles observations me semblent nécessaires pour admettre que l'étage du Coli-Huapi est différent de celui du Rio Deseado, car j'ai rapporté des couches du Rio Deseado : des pièces bien conservées de l'*Astrapotherium,* de grandes mâchoires qui ressemblent à celles du Coli-Huapi, se rapprochant, selon moi, soit de celles du *Leontinia,* soit de celles de l'*Homalodontherium,* de petites mâchoires qui ressemblent à celles du *Colpodon* du Coli-Huapi, un morceau de métacarpe de *Diadiaphorus,* un calcanéum qui rappelle le *Theosodon* et des os d'Édentés, etc., toutes pièces bien voisines de celles du Coli-Huapi.

» Les faunes tertiaires de Patagonie forment un tel contraste avec celles de l'hémisphère boréal que l'on se demande s'il n'y aurait pas eu un continent austral où la marche de la vie aurait été, à certains moments, différente de celle de l'hémisphère boréal. M. Ameghino croit que le Santacruzien est de l'Éocène; M. Albert Gaudry et moi nous pensons qu'il

pourrait monter jusqu'à l'Oligocène; mais pour faire cette supposition, nous sommes obligés d'admettre que l'évolution du grand ordre des Ruminants aurait été plus tardive en Patagonie que dans nos contrées. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Carnassier gigantesque trouvé dans l'argile plastique de Vaugirard, près de Paris.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Jusqu'à présent on ne connaissait dans l'Éocène inférieur que des Carnassiers de petite taille. La découverte que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie nous apprend qu'à l'époque de l'argile plastique il y avait, dans le bassin de Paris, de puissants Carnassiers.

» En 1897, les ouvriers de la carrière de Vaugirard, près d'Issy, rencontrèrent, vers la base de l'argile plastique, au niveau du conglomérat de Meudon ou très peu au-dessus de ce niveau, quelques dents et de nombreux fragments d'os. Ces débris furent recueillis par M. Eugène Elleau, rédacteur au Ministère des Travaux publics, qui voulut bien me les remettre pour les collections du Muséum. Deux dents intactes me frappèrent d'abord par leur forme et leur dimension. Elles ne pouvaient avoir appartenu qu'à un Mammifère carnassier énorme, différent de ce que nous connaissions en Europe. Avec beaucoup de patience et de temps, j'ai rapproché les fragments et obtenu des portions considérables d'une même mâchoire inférieure; j'ai pu la restaurer dans son entier en complétant avec du plâtre les parties absentes.

» M. Munier-Chalmas, à qui j'ai montré cette reconstitution, a bien voulu me remettre des os des membres recueillis par lui de 1894 à 1896 sur le même point de la carrière. M. Marcel Bertrand a, de son côté, trouvé quelques fragments. Il n'est pas douteux que tous ces débris se rapportent à une même espèce et probablement même ils proviennent d'un même individu.

» La mâchoire inférieure trouvée à Vaugirard mesure 47^{cm} de longueur. La mâchoire inférieure du Lion des cavernes, qui était plus grand que le Lion actuel, ne dépasse guère 28^{cm}. Celle du grand Ours des cavernes, beaucoup plus gros que les Ours actuels, atteint exceptionnellement 40^{cm}.

» L'animal de Vaugirard présente les caractères de ce groupe de Mammifères tertiaires que les paléontologistes américains désignent sous le nom de Créodontes et que les paléontologistes français appellent volontiers

des *Subdidelphes*. Ce dernier terme est plus expressif, car il rappelle un certain nombre de caractères rapprochant ces Carnassiers primitifs des Marsupiaux actuels. On retrouve ces caractères sur notre mâchoire. Comme dans les Marsupiaux carnivores actuels, par exemple dans le Thylacyne, les molaires ne sont pas différenciées en carnassière et tuberculeuse, et l'angulaire présente une forte inversion.

» Nous n'avons pas de renseignements sur les incisives. La canine, à en juger par l'alvéole, était grande, forte, de section ovale. Immédiatement après, sans diastème, venait la première prémolaire à une seule racine. Les six autres molaires avaient deux racines. Elles étaient très semblables entre elles, toutes formées d'un lobe antérieur, d'un lobe médian plus élevé et d'un lobe postérieur ou talon à une seule pointe. La première arrière-molaire, c'est-à-dire la dent qui représente la carnassière des vrais Carnivores, ne différait guère de la quatrième prémolaire qui la précédait et des arrière-molaires qui la suivaient. Pourtant, la deuxième arrière-molaire gauche, qui est bien conservée, offre à son lobe moyen, du côté interne, un petit tubercule qui paraît représenter, dans un état de très grande réduction, le denticule interne des carnassières de certains Carnivores actuels.

» Ces caractères ne se trouvent chez aucun autre fossile européen. Mais, en Amérique, on connaît depuis longtemps des animaux tout à fait semblables. Dans un grand Ouvrage sur les Vertébrés tertiaires, Cope a figuré la mâchoire d'un Carnassier provenant de la formation de Wasatch, c'est-à-dire à peu près de même niveau que notre argile plastique et qu'il a nommé *Pachyhyæna ossifraga*. Quoique d'une taille considérable, cet animal était plus petit que celui de Vaugirard. La mâchoire n'avait que $0^{m},35$ de longueur.

» En 1892 MM. Osborn et Wortmann donnèrent le nom de *Pachyhyæna gigantea* à quelques molaires isolées provenant également des Wasatch et dénotant un animal beaucoup plus grand. Tout récemment M. Matthew a fait connaître une partie de la mâchoire inférieure du *Pachyhyæna gigantea*. Autant qu'on puisse en juger par des figures, ce fossile ressemble bien à celui de Vaugirard.

» Les quelques os du squelette recueillis par M. Munier-Chalmas sont très curieux. Ils nous apprennent d'abord que le *Pachyhyæna* de Vaugirard, comme ses congénères d'Amérique, avait, proportionnellement, la tête beaucoup plus grande que le corps. Ils accusent un animal de la taille d'un Lion ou d'un Ours actuel. Nous avons un tibia, deux morceaux

de cubitus, des fragments d'un calcanéum, d'un astragale, plusieurs métacarpiens et phalanges.

» Ces os sont fort différents de ceux des divers groupes des Carnassiers actuels. Les pattes du *Pachyhyæna* se rapprochaient plus des pattes des Ongulés que de celles des Onguiculés; les surfaces d'articulation des phalanges, moins arrondies que chez les Carnassiers actuels, ne se prêtaient pas à des mouvements aussi étendus. Les phalanges unguéales, au lieu d'être comprimées latéralement, sont élargies et fendues à leur extrémité. Ce sont plutôt des sabots que des griffes.

» Les rapprochements que l'animal de Vaugirard nous permet de faire sont intéressants. Si l'on se rappelle que le *Coryphodon* et le *Palæonictis*, décrits d'abord en Europe, ont été trouvés ensuite en Amérique sur le même niveau géologique, on verra qu'une parenté de plus en plus étroite s'affirme entre les formes de Mammifères de l'Europe et de l'Amérique du Nord pendant l'Éocène inférieur. De pareilles ressemblances sont connues depuis longtemps pour ce qui concerne l'Oligocène. »

M. **P. Le Goaziou** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 29 septembre 1902 et inscrit sous le n° 6568.

Le contenu de ce pli, relatif à l'expérience du pendule de Foucault, est renvoyé à l'examen de MM. Appell et Violle.

M. **Th. Tommasina** adresse une Note « Sur les charges oscillantes des surfaces radio-actives ».

(Commissaires : MM. Mascart, H. Becquerel.)

MM. **Th. Simon** et **J.-Ch. Roux** adressent une Note « Sur un nouvel ergomètre ».

(Commissaires : MM. Marey, Lannelongue.)

M. **Balland** adresse une Note « Sur les principales plantes fourragères ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 septembre 1902.

Sur l'éruption de la Martinique, par MM. A. Lacroix, Rollet de l'Isle et Giraud. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXXXV, séances des 1er et 8 septembre 1902.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Annales de mon Observatoire, par L.-Lucien Libert; nos 3, 4, 6. Le Havre, Paris, 1902; 3 fasc. in-8°.

Die Gewinnung des Aluminiums und dessen Bedeutung für Handel und Industrie, von Adolphe Minet, *in deutsche übertragen* von Dr Émil Abel, mit 57 Figuren und 16 Tabellen im Text. (*Monographien über angewandte Elektrochemie*, Bd. II.) Halle s. S., Wilhelm Knapp, 1902, 1 vol. in-8°.

Martinique und seine Vulkanismus, von Dr Emil Deckert; mit Karte. (Extr. de *Dr A. Petermanns Georg. Mitteilungen*, 1902, fasc. VI.) 1 fasc. in-4°.

Die westindische Vulkankatastrophe und ihre Schauplätze, von Dr Emil Deckert. (Extr. de *Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 1902, n° 5.) 1 fasc. in-8°.

Die Erdbebenherde und Schüttergebiete von Nord-America in ihren Beziehungen zu den morphologischen Verhältnissen, von Dr Emil Deckert, hierzu Tafel 4-7. (Extr. de *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 1902.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

List of members of the « British astronomical Association », September 1902. Londres, 1902; 1 fasc. in-8°.

Anales de la Sociedad cientificà argentina, julio 1902, entrega I, tomo LIV. Buenos-Ayres, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 septembre 1902.

Les Bathynomes, par Alphonse Milne-Edwards et E.-L. Bouvier. (*Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard college;* Vol. XVII, n° 2 : *Reports on the results of dredging, unter the supervision of Alexander Agassiz, in the gulf of Mexico* (1877-1878), *in the Caribbean sea* (1878-1879), *and along the Atlantic coast of the United States* (1880), by the U. S. coast survey steamer *Blake*, XL.) Cambridge (États-Unis), 1902; 1 fasc. in-4°.

L'esthétique dans les sciences de la nature, par Ch. Janet. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

Les habitations à bon marché dans les villes de moyenne importance, par Charles Janet. Limoges, 1900; 1 fasc. in-8°.

Essai sur la constitution morphologique de la tête de l'insecte, par Charles Janet. Paris, 1899; 1 fasc. in-8°.

Dix opuscules sur les fourmis et les guêpes, par CHARLES JANET; 10 fasc. de divers formats.

Ueber das Reciprocitätsgesetze der l^{ten} Potentzreste algebraischen Zahlkörpern, wenn *l* ein ungerade Primzahl bedeutet, von PH. FÜRTWÄNGLER. Berlin, 1902; 1 fasc. in-4°.

Revision of Wolf's sun-spot relative numbers, by prof. A. WOLFER. (Extr. de *Monthly weather Review,* avril 1902.) 1 fasc. in-4°.

Eclipse meteorology and allied problems, FRANK-H. BIGELOW. (U. S. depart. of agr.; weather bureau; Bul. 1.) Washington, 1902; 1 fasc. in-4°.

Zone observations with the nine-inch transit circle, 1894-1901, by AARON-N. SKINNER assisted by FRANK-B. LITTELL and THEO-J. KING. (*Publications of the United States naval Observatory.* second series, Vol. II.) Washington, 1902; 1 vol. in-4°.

Spoglio delle osservazioni sismiche dall' agosto 1901 *al* 31 *luglio* 1902, eseguito dal Direttore, D.-R. STIATTESI, dell' osservatorio di Quarto-Castello, Firenze, Italia. 1 fasc. in-8°.

Die drei Kältemaschinen-Systeme : Ammoniak, schweflige Säure und Kohlensäure, von RICH. STETEFELD. (Extr. de *Zeitschrift für die gesammte Kälte-Industrie.* 1902.) Munich; 1 fasc. in-4°.

Weitere Beiträge zur Frage nach der Einwirkung des Höhenklimas auf die Zusammensetzung des Blutes, von EMIL ABDERHALDEN. Munich, 1902; 1 fasc. in-8°.

Year book of the Michigan college of Mines, 1901-1902. Houghton, Mich., 1902; 1 fasc. in-12.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 SEPTEMBRE 1902.

Notice sur la vie et les travaux d'Albert Falsan, par ERNEST CHANTRE. Lyon, A. Rey et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Essais sur l'organisation rationnelle de la comptabilité à parties doubles, par P. MOUTIER; 2e étude. Paris, Guillaumin et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

A proposito del recente disastro delle Antille, proposta e voti, di A. ISSEL. (Extr. de *Atti della Società linguistica di scienze naturali e geografiche;* vol. XIII, fasc. 2. 1902.) (Hommage de l'Auteur.)

Il concetto della direzione nelle montagne. Memoria del prof. ARTURIO ISSEL. Florence, 1902; 1 fasc. in-8°.

Die Zersetzung stickstofffreier organischer Substanzen durch Bakterien, von Dr O. EMMERLING, mit 7 Lichtdrucktafeln. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1902; 1 vol. in-12.

Missouri botanical Garden. Thirteenth annual Report : 1° Reports for the year 1901; 2° Scientific papers : *The Yucceae,* by WILLIAM TRELEASE. Saint-Louis, Mo., 1902; 1 vol. in-8°.

Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie : Région aurifère d'Iénissei, livraisons 1 et 2; *Région aurifère de Léna,* livraison 1; *Région aurifère de l'Amour,* livraisons 1 et 2. Saint-Pétersbourg, 1900-1901; 5 fasc. in-8°.

Annuario de Universidade de Coimbra: anno lectivo de 1901-1902. Coïmbre, 1901; 1 vol. in-8°.

Reformas dos estudos da Universidade de Coimbra pello decreto n° 4 de 24 de dezembro de 1901. Coïmbre, 1902; 1 fasc. in-8°.

Year Book of the Michigan College of Mines, 1901-1902. Houghton, Mich., 1902; 1 vol. in-12.

Proceedings of the California Academy of Sciences; third series : *Zoology,* Vol. II, nos 7-11; vol. III, nos 1-3, 4. *Botany,* vol. II, nos 3-9. San Francisco, 1901-1902; 15 fasc. in-8°.

Occasional Papers of the California Academy of Sciences: Vol. VIII : *List of the Coleoptera of Southern California,* by H.-C. Fall. San-Francisco, 1901; 1 vol. in-8°.

Census of India, 1901 : *Assam,* by B.-C. Allen; *Bombay,* by S.-M. Edwardes. Bombay, 1901-1902; 5 vol. petit in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 OCTOBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur les Registres de laboratoire de Lavoisier;* par M. **Berthelot**.

« Le Journal de laboratoire de Lavoisier a été donné par sa veuve, Mme de Rumford (morte en 1836), à Arago, qui l'avait mis en 1843 à la disposition de la Commission chargée de publier les Œuvres de notre illustre Confrère, à la suite d'une lettre de M. Villemain, ministre de l'Instruction publique, qui avait consulté l'Académie sur l'intérêt qu'il y aurait de faire cette publication aux frais de l'État (1). Voici bientôt soixante ans que le dépôt fait par Arago est conservé dans les Archives de l'Académie.

» Ce Journal consistait principalement en quatorze grands Registres, dont treize seulement se sont retrouvés après la mort d'Arago, survenue

(1) On lit dans les *Comptes rendus des Séances de l'Académie*, tome XVII, p. 421, séance du 28 août 1843 : « M. Arago annonce qu'il mettra à la disposition des per- » sonnes que l'Académie désignera pour diriger cette publication, les papiers de » Lavoisier, qui lui ont été donnés par la veuve de cet illustre chimiste. » La table du Volume reproduit cette indication en la précisant par les mots : « les manuscrits de ce » savant (Lavoisier) qui sont en sa possession ».

Dans le même Volume, on lit encore à la page 458 : « M. Arago dépose sur le bureau » le Journal du Laboratoire de Lavoisier, afin que la Commission nommée par l'Aca- » démie y puise ce qu'elle trouvera propre à figurer dans l'Édition projetée des » Œuvres de ce célèbre chimiste. »

On verra d'ailleurs plus loin qu'Arago, se regardant comme possesseur régulier, a cru pouvoir faire cadeau de l'un de ces Registres.

en 1853. J'en ai publié en 1890 l'analyse, qui occupe 102 pages, dans mon Ouvrage intitulé : *La Révolution chimique : Lavoisier* (1).

» J'ai été chargé d'ailleurs, en 1891, par un arrêté du Ministre de l'Instruction publique, de la publication de ces Registres. Ils n'avaient pas été compris dans le plan des éditeurs (Dumas, Debray, Grimaux) des Œuvres de Lavoisier, qui ont exécuté leur travail de 1861 à 1893, en réunissant dans six Volumes les Traités et Mémoires imprimés autrefois dans différents Recueils et en y ajoutant un certain nombre de documents, tirés des papiers manuscrits de Lavoisier, mis à leur disposition très libéralement en 1846 par M. Léon de Chazelles, aussi soucieux que l'Académie de la mémoire du grand homme, à la famille duquel il était allié (2).

» Aucun examen de ce Journal de Laboratoire ne paraît avoir été publié avant l'époque où j'ai eu occasion de le consulter dans nos Archives, à l'occasion de la Notice historique sur notre célèbre Confrère, que j'ai lue à l'Académie, dans sa séance publique, en décembre 1889, pour accomplir un devoir traditionnel, qui ne l'avait pas été jusque-là dans l'enceinte de l'Institut. Les résultats consignés dans ces Registres sont exclusivement d'ordre scientifique; ils ne renferment d'ailleurs rien d'essentiel, qui soit demeuré inédit parmi les découvertes de Lavoisier : ce clair et méthodique génie ayant pris soin de pousser à bout toutes ses recherches de quelque importance et de les publier de son vivant, dans les Recueils de l'Académie et dans ses propres Ouvrages. Un Journal de Laboratoire n'en offre pas moins un intérêt notable pour les personnes curieuses de l'histoire de la Science et qui désirent connaître l'origine et la progression des idées directrices des génies inventeurs. Je me suis efforcé de les mettre en évidence dans l'analyse que j'ai publiée du Journal de Lavoisier (3). Cependant, cette analyse était demeurée incomplète. En effet, je n'ai eu en main que treize de ces grands Registres; le second, relatif aux expériences exécutées entre le 28 août 1773 et le 23 mars 1774, n'ayant pas été retrouvé après la mort d'Arago, survenue en 1853. J'ai pu reconnaître seulement qu'il devait renfermer le récit des expériences sur la combustion du diamant et sur la calcination de l'étain dans des vases fermés.

» Or, au mois d'août dernier, M. Brocard, correspondant du Ministère

(1) Alcan, éditeur. La seconde édition a paru récemment.

(2) Mme de Chazelles était la petite-fille de l'un des frères de Mme de Rumford, veuve de Lavoisier; elle fut sa légataire universelle.

(3) *La Révolution chimique : Lavoisier*, p. 210 et 249.

de l'Instruction publique, a bien voulu m'annoncer qu'il avait trouvé mention de ce Registre dans le *Catalogue général des Monuments des Bibliothèques publiques de France*, t. XIII, édité en 1891. La note qu'il m'a envoyée ces jours-ci sera imprimée plus loin (p. 574) dans le présent numéro des *Comptes rendus*.

» Ce Registre appartient aujourd'hui à la Bibliothèque de Perpignan, à laquelle Arago, qui le possédait, en avait fait don par écrit autographe et signé, à une époque qu'il n'a pas été possible de préciser. Le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu le faire venir à Paris et je vais donner brièvement les résultats de mon examen, afin de compléter mes analyses antérieures.

» Ce Registre, de même que les autres (à l'exception du dernier), est relié en veau plein, avec fleurons dorés au dos, rappelant la fleur du chardon. Il porte au verso de la feuille de garde une inscription similaire aux autres : « Tome second du 9 7bre 1773 au 5 Mars 1774. » Sur la feuille suivante on lit, de la main de Lavoisier : « Registre pour les expériences » chimiques commencé le 9 7bre 1773. » Au-dessous de ces deux titres sont les Notices relatant le don fait par Arago, avec sa grosse et belle écriture et sa signature. Observons seulement que l'indication suivante qui y est inscrite : « De la feuille 8 à la feuille 29, les notes sont de la main de » Macquer; il en est de même des feuilles 85, etc. » est erronée. En effet, l'écriture de ces notes n'est pas celle de Macquer, comme je m'en suis assuré en les collationnant avec des lettres authentiques [1] de Macquer, qui existent à la Bibliothèque nationale (Macquer, *Correspondance*, t. II, f. 3; ms. nouv. acq. franç. 2761). L'écriture claire et nette de Macquer n'a aucun rapport avec l'écriture grosse, lourde, un peu imparfaite, fort lisible d'ailleurs, du Registre de Lavoisier. En fait, cette écriture est celle de Mme Lavoisier, comme on peut le vérifier sur les autres Registres et notamment sur l'Index alphabétique placé en tête du Registre n° 1. Elle avait coutume de transcrire les résultats des expériences sur ces Registres, concurremment avec Lavoisier lui-même, auquel elle servait de secré-

[1] J'avais espéré trouver quelque autre certitude à cet égard dans les Rapports manuscrits, signés de Macquer, qui existent aux Archives de l'Académie des Sciences. Mais il ne m'a pas été possible d'en tirer quelque lumière à cet égard, parce qu'ils ont été écrits, en réalité, par cinq ou six personnes ou secrétaires distincts, dont les écritures diffèrent entre elles et ne diffèrent pas moins de celle des lettres authentiques de Macquer. Il faut beaucoup de prudence en pareille matière.

taire. Mme Lavoisier a pris soin de se montrer en action dans une sépia, que j'ai reproduite en tête de ma *Révolution chimique*. Pour compléter la certitude à cet égard, j'ai cru utile de prendre comme terme de comparaison une lettre authentique de Mme Lavoisier, adressée au Comité de sûreté générale en novembre 1793 et qui existe aux Archives nationales, F^7^ 4757.

» Ce qui a causé l'erreur d'Arago, c'est l'indication suivante du Registre (f. **9**) : « Rédigé par M. Macquer ». Il est probable que la page dont il s'agit a été copiée sur les indications d'un Rapport de Macquer, qui collaborait aux expériences qui y sont relatées. Mais cette copie n'est pas de son écriture et elle en diffère même beaucoup.

» A la fin du Registre actuel se trouve une table alphabétique des matières, d'une troisième écriture, fort différente du reste, et qui est l'œuvre soignée d'un secrétaire calligraphe.

» Venons aux sujets traités dans le Journal de Lavoisier.

» Les feuilles **1, 2, 3** sont blanches.

» Feuille **4.** « Du 27 septembre 1773. Effet de l'eau imprégnée d'air » fixe (¹) sur les dissolutions métalliques. »

» Ces expériences, pour la plupart négatives, ont été résumées dans les *Opuscules* (Œuvres, t. I, p. 636); les mots « air fixe » y sont remplacés par « fluide électrique ».

» **5.** « Dissolutions métalliques combinées avec une dissolution de terre » calcaire dans l'air fixe. » Même Volume, p. 637, 638.

» **6.** « Déterminer la pesanteur spécifique de l'acide nitreux fumant. » On appelait alors *acide nitreux* notre acide nitrique. D'après les poids indiqués, cette pesanteur était 1,26 pour l'échantillon examiné.

» **6, 7.** « Acide nitreux sous une cloche, 4 septembre 1773 » (avec addition d'esprit-de-vin). La cloche était placée sur l'eau. L'action a été lente. Au bout de 8 jours, on a obtenu un air qui activait la flamme et tuait sur-le-champ les animaux (²).

» **9** à **15, 57.** « Vérification des expériences de M. Lavoisier sur la fixation de l'air dans les corps et sur le fluide élastique qui s'en dégage dans » plusieurs circonstances, en présence de MM. Trudaine, Le Roi, de Montigny, Macquer et Cadet, le samedi 24 septembre 1773. — Rédigé par » M. Macquer. » — C'est la reproduction des expériences décrites dans les

---

(¹) Notre acide carbonique.

(²) Notre protoxyde d'azote, mêlé probablement de bioxyde.

Opuscules (OEuvres, t. I, p. 559 et suivantes), expériences entreprises pour vérifier les observations et les théories de Black ([1]), prélude de celles de Lavoisier sur les métaux.

» **17, 18**. Suite : OEuvres, t. I, p. 589.

» **15, 16, 24**. « Combustion du phosphore dans un vaisseau clos » (sur le mercure). Reproduction de l'expérience des *Opuscules* (OEuvres, t. I, p. 641). L'augmentation de poids est estimée par un procédé peu précis : OEuvres, t. I, p. 650.

» **19**. « Précipitation de l'eau de chaux par la vapeur du charbon » (après combustion). Vérification d'une expérience de Cavendish : OEuvres, t. I, p. 481.

» **20, 21, 22, 32, 47, 48**. « Dégagement du fluide élastique du » minium ([2]) par suite de sa réduction en plomb et effets de ce fluide. » (OEuvres, t. I, p. 600, 604, 613.)

» **23**. « Du mercredi 29 septembre 1773. Distillation du charbon dans » les vaisseaux clos. » (OEuvres, t. I, p. 609.) Le produit trouble l'eau de chaux ([3]). « *Expérience à revoir* », écrit Lavoisier.

» **25**. « Expériences faites au Jardin de l'Infante ([4]) le 15 octobre 1773 » avec la lentille de l'Académie. »

« Calcination du marbre au verre ardent. »

» **26**. « 16 octobre 1873. Évaporation du diamant sous une cloche » renversée sur l'eau distillée. Réduction du diamant en charbon. » Ce titre a été ajouté de l'écriture de Lavoisier. — La rédaction est écrite par Mme Lavoisier.

» Les expériences qui suivent, poursuivies en partie avec le concours de Macquer et de Cadet, sont celles qui figurent dans le Mémoire intitulé : *Destruction du diamant par le feu*. (OEuvres, t. I, p. 38 à 88, principalement depuis la page 64.)

» **30**. « Calcination de la craye au verre ardent. »

» **31, 45, 46, 47**. « Calcination du charbon par le feu des four- » neaux. »

([1]) *La Révolution chimique*, p. 37.

([2]) Mêlé de charbon.

([3]) Ce qui s'explique par la présence d'une certaine quantité d'air ordinaire dans le vase.

([4]) Devant le Louvre.

» **33**. Suite. — **35, 36, 37**. « Évaporation du diamant dans l'air » fixe. » (ŒUVRES, t. II, p. 80.)

» **34**. « Du 28 octobre 1773. Combustion de l'esprit de vin par l'acide » phosphorique. »

» **38**. « Charbon. Son évaporation dans l'air fixe au verre ardent. » (ŒUVRES, II, 82.)

» **40**. « Malachite au verre ardent. » « Lapis lazuli au verre ardent. »

» **41, 42**. « Charbon exposé au verre ardent sous une cloche ren- » versée dans du mercure. » (ŒUVRES, t. II, p. 84.)

» **43, 44, 45**. « Calcination du plomb sous une cucurbite renversée » dans du mercure » (avec le verre ardent). (ŒUVRES, t. I, p. 614, 617.)

» Les feuilles suivantes, de **48** à **56**, puis **82, 83, 84, 90, 92, 93**, renferment des expériences sur l'acide phosphorique, ses combinaisons, ainsi que le sel d'Epsum (sulfate de magnésie et les sels magnésiens); expériences sans grande importance. Celles qui concernent l'acide phosphorique sont reproduites : ŒUVRES, t. II, p. 141, 152; voir aussi p. 271.

» **57**. « Dégagement de l'alkali volatil du sel ammoniac par la chaux » faite par la voie humide. »

« M. de Trudaine m'ayant fait naître quelqu'inquiétude sur le dégage- » ment de l'alkali volatil du sel ammoniac par les terres calcaires précipi- » tées sous forme caustique et non caustique, j'ay répété de nouveau toutes » les expériences. »

» **59, 60, 64, 65, 69**. Expériences sur le « spath phosphorique » (fluorure de calcium) et sur son acide (appelé *spathique*) — peu significatives.

» **62, 63, 68, 75**. « Base du sel d'Epsum, etc. » (Ce n'est pas notre magnésie caustique qui est désignée par ces mots, mais son carbonate.)

» **65**. « Effets de la vapeur d'eau bouillante sur les corps en flammes. » Elle n'entretient pas la flamme, dont l'air « est un aliment nécessaire ». C'est une vérification d'une vérité connue.

» **66**. C'est la seule feuille qui renferme quelques réflexions générales :

« Projets d'expériences

» sur la pesanteur de la matière du feu. »

« M. de Bufon paraît avoir prouvé par des expériences qu'il regarde » comme décisives que la matière du feu pèse et qu'un corps parvenu à » l'état d'incandescence en contient entre $\frac{1}{350}$ et $\frac{1}{600}$ de sa masse. Cette

» quantité est assez considérable pour pouvoir être appréciée et il est aisé » de répéter l'expérience de M. de Bufon avec des corps très fixes qui ne » laissent aucun doute.

» Mais si la matière du feu pèse, voilà un moyen de connaître ce qui se » fixe de matière du feu dans un mélange, ou ce qui s'en dégage; le poids » du corps doit être plus ou moins pesant, suivant que la quantité fixée ou » dégagée est plus ou moins grande.

» Une première expérience à faire est la combustion du phosphore dans » une bouteille vide. On en peut brûler quatre ou cinq grains. Mais il faut » que la bouteille soit assez forte pour résister dans le premier moment à » la dilatation intérieure de l'air de la bouteille. »

» Cette question de la pesanteur de la matière du feu a été l'objet d'une multitude d'expériences au XVIIIe siècle : la théorie du phlogistique y conduisait naturellement. Boerhave avait constaté qu'une barre de fer rougie ne change pas de poids. Ces expériences, en Chimie surtout, étant donné l'état des connaissances de l'époque, comportaient un grand nombre de causes d'erreurs. C'est Lavoisier qui l'a résolue d'une façon définitive ([1]).

» Cependant, il n'existe pas, à ma connaissance, dans les Œuvres imprimées de Lavoisier, aucun endroit où il ait parlé de cette opinion propre de Buffon, qui semblait se présenter dans sa discussion relative à la théorie du phlogistique : ce qui s'explique d'ailleurs par une question de courtoisie, Buffon ayant vécu jusqu'en 1788.

» **70** à **74**. « Des 25 et 26 décembre 1773. Air dégagé dans la combi- » naison de l'acide nitreux ([2]) et de l'esprit de vin. » — L'auteur effectue l'attaque de l'alcool par un acide nitrique pesant 1,26. — Il décrit assez confusément la formation de l'acide carbonique, accompagné par une certaine quantité d'un gaz inflammable (notre éther nitreux?) et celle de divers autres produits. Le problème était trop compliqué pour être abordé à cette époque.

» **76-77-78, 81, 88, 89, 91**. — En blanc.

» **79, 80**. « Décomposition du bleu de Prusse par l'eau de chaux. » — Peu net.

» **85** à **87**. « Du 27 janvier 1774. Acide du citron. Sa préparation. » Expériences imparfaites.

([1]) Voir *La Révolution chimique : Lavoisier*, p. 13, 84, 89, 99 et passim.

([2]) Notre acide nitrique.

» **94.** « Dégagement de la vapeur du foye de soufre. Elle est inflammable. » Sulfure de calcium et acide sulfurique étendu.

» **95** à **115.** « La calcination du plomb et de l'étain dans des vaisseaux » scellés hermétiquement; du 5 février au 5 mars 1774. »

» Ces expériences offrent une importance de premier ordre. Aussi Lavoisier les a-t-il transcrites à peu près intégralement dans son Mémoire lu à la rentrée publique de l'Académie, à la Saint-Martin 1774 et publié en 1777 dans les *Mémoires de l'Académie*. Ce Mémoire figure dans les Œuvres, t. II, p. 105-121 [1].

» **116** à **117.** « Acide nitreux destiné à faire un grand nombre d'expé- » riences; 15 mars 1774. »

» Il était préparé par l'action de l'argile sur le salpêtre, afin d'éviter la présence de l'acide vitriolique; il ne précipitait pas la dissolution d'argent, et sa pesanteur spécifique, mesurée à l'aréomètre, à 11°R., était 1,316.

» **118** à **122.** « Table alphabétique. »

» Tel est le résumé du second Registre de Laboratoire de Lavoisier. Il renferme moins de réflexions originales que le premier et le troisième. Il offre cette importance de compléter le Journal de ses travaux, pendant une période où le détail en faisait défaut. On y voit que cet esprit curieux et pénétrant, encore au début de ses recherches (il avait 30 ans), a poussé ses essais dans des directions multiples, ouvertes de son temps; il cherchait sa voie, non seulement dans l'étude des phénomènes d'oxydation, mais aussi dans l'examen des problèmes de saturation soulevés par la multiplicité des sels que l'acide phosphorique forme avec la chaux; par l'étude des sels magnésiens dont la nature propre, par rapport aux autres terres, n'était pas encore complètement définie; par celle du bleu de Prusse, de l'acide spathique, de l'acide citrique, composés étudiés à la même époque d'une façon plus profonde par Scheele. Mais bientôt, au lieu de disperser ses efforts dans des directions aussi variées que difficiles, il eut la sagesse de les concentrer sur la question fondamentale de l'oxydation et de la conser-

(1) Il ne contient pas les essais relatifs au plomb qui figurent au Registre. Ces derniers essais laissent à désirer, comme Lavoisier le déclare; probablement à cause de l'altération du verre, par l'effet de la haute température nécessaire pour fondre et calciner le plomb, jointe à l'attaque du verre par l'oxyde de plomb, lequel ne pouvait plus être recueilli ensuite séparément.

vation du poids de la matière, où il a trouvé le nœud du problème pondéral, jusque-là insoluble, et la base inébranlable de la Chimie moderne. »

ASTRONOMIE. — *Sur quelques particularités de la théorie des étoiles filantes. Existence de points radiants stationnaires par 45° de latitude.* Note de M. O. **Callandreau.**

« La question des points radiants, dits *stationnaires*, sollicite toujours l'attention des astronomes. S'il est nécessaire que les observations mettent les faits en lumière, le besoin d'essais théoriques, pour préciser les points en discussion, se fait aussi sentir. La difficulté tient surtout à l'ignorance où l'on est sur la vitesse avec laquelle les météores entrent dans l'atmosphère. Après les mémorables découvertes de Schiaparelli, les astronomes furent naturellement conduits à admettre que la vitesse des météores ne différait guère de la vitesse parabolique, en d'autres termes, qu'il y avait un lien intime entre les météores et les comètes. Mais la suite a montré que la dépendance entre les deux espèces de corps n'était peut-être pas aussi évidente et aussi générale qu'on l'avait d'abord constaté.

» En fait, il y a des exemples de corps se mouvant avec une vitesse plus petite ou plus grande que la vitesse parabolique; il convient de distinguer chaque hypothèse et de reprendre en particulier celle des vitesses faibles, qui concorde avec les nombres obtenus récemment par le Dr Elkin au moyen d'appareils photographiques enregistreurs offrant sans doute plus de garanties que les simples évaluations de vitesse.

» Ayant formé, en partant du Catalogue de M. Kleiber, comprenant les 918 points radiants déterminés par M. Denning, le Tableau des centres de radiation pour chaque degré de longitude entre 40° et 50° de latitude, j'ai constaté une tendance manifeste à la condensation par groupes des points radiants; il paraît impossible d'attribuer cette répartition entièrement au hasard et de nier le fait expérimental d'une radiation persistante entre les latitudes indiquées. On peut prendre, comme latitude moyenne des radiants considérés, 45°, parce que leur nombre est maximum pour cette latitude.

» Or il est facile de montrer qu'un faisceau d'orbites ayant une durée de révolution peu différente de celle de la Terre donne lieu à une radiation

stationnaire en longitude si les directions des périhélies de ces orbites présentent une condensation [1].

» Prenons, en effet, les intégrales du mouvement elliptique appelées *intégrales de Laplace* (*Mécanique céleste*, t. I, p. 350) qui s'écrivent

$$0 = f + \frac{k^2 x}{r} - \gamma \frac{dy}{dt} + \beta \frac{dz}{dt},$$

$$0 = f' + \frac{k^2 y}{r} + \gamma \frac{dx}{dt} - \alpha \frac{dz}{dt};$$

en posant

$$\alpha = y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt}, \qquad \beta = z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt}, \qquad \gamma = x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} = k \sqrt{p} \cos i.$$

» Pour le point de rencontre des météores avec la Terre, $z = 0$,

$$\alpha = y \frac{dz}{dt}, \qquad \beta = -x \frac{dz}{dt};$$

les équations ci-dessus deviennent

$$0 = f + \frac{k^2 x}{r}\left(1 - \frac{r}{k^2}\frac{dz^2}{dt^2}\right) - \gamma \frac{dy}{dt},$$

$$0 = f' + \frac{k^2 y}{r}\left(1 - \frac{r}{k^2}\frac{dz^2}{dt^2}\right) + \gamma \frac{dx}{dt}.$$

» Si on les rapproche des équations de la théorie des étoiles filantes qui servent à déterminer la longitude L et la latitude B du point radiant d'un essaim :

$$-g \cos B \cos L = \frac{dx}{dt} + k \frac{y}{r},$$

$$-g \cos B \sin L = \frac{dy}{dt} - k \frac{x}{r},$$

$$-g \sin B \qquad = \frac{dz}{dt},$$

on trouve aisément que, dans l'hypothèse d'une vitesse égale à la vitesse de translation de la Terre et d'une latitude $B = 45°$, et en général si

$$\gamma = k - \frac{r}{k}\frac{dz^2}{dt^2},$$

[1] Il convient de rappeler que Tisserand (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 344) a énoncé le résultat que, dans l'hypothèse de la radiation stationnaire, les plans des orbites développent un cône du second degré.

les équations qui déterminent la longitude du point radiant ne diffèrent pas des intégrales de Laplace, et $\tang L = \frac{f}{f'}$ ne dépend que de la longitude de la projection du périhélie de l'orbite sur le plan fixe.

» Le fait d'une condensation des périhélies dans une famille d'orbites n'a rien d'inadmissible. Le point essentiel serait, il me semble, de faire des comparaisons de vitesses, afin de voir si celles correspondant aux radiants stationnaires sont moindres que la vitesse parabolique. »

OPTIQUE. — *Démonstration générale de la construction des rayons lumineux par les surfaces d'onde courbes.* Note de **M. J. Boussinesq.**

« I. Huygens et Fresnel ont admis qu'un rayon lumineux, constitué par des ondes planes limitées latéralement et se propageant dans un milieu homogène, pouvait se construire en menant, autour d'un quelconque de ses points, la surface enveloppe d'ondes planes de toute direction passées simultanément par ce point, et en joignant celui-ci au point de contact de cette surface avec l'onde plane qui lui est tangente parmi les proposées. Ce théorème a été, depuis longtemps, démontré dans le cas ordinaire où les équations du mouvement expriment l'égalité des trois dérivées secondes, en t, des déplacements vibratoires ξ, η, ζ suivant les x, y, z, à trois fonctions linéaires homogènes des dérivées secondes de ξ, η, ζ par rapport aux coordonnées d'*équilibre* ou *moyennes* x, y, z (1). Mais, à l'exemple de Fresnel dans ses vues sur la double réfraction circulaire, confirmées par ses propres expériences, les physiciens appliquent le même théorème à des cas où les équations du mouvement sont d'ordre supérieur au second. Il y a donc lieu de le démontrer généralement.

» C'est ce que je me propose de faire ici pour des équations de mouvement linéaires et à coefficients constants, contenant ξ, η, ζ avec leurs dérivées d'ordres quelconques en x, y, z, t, du moins dans le cas d'ondes planes courantes à vibrations périodiques pendulaires, où l'on sait, depuis Cauchy, que les déplacements sont les parties réelles de solutions symboliques de la forme

$$(1) \quad (\xi, \eta, \zeta) = (L, M, N) e^{k(t-t_0)\sqrt{-1}}, \qquad \text{avec} \qquad t_0 = lx + my + nz.$$

(1) Dans l'hypothèse, toutefois, que leurs coefficients vérifient les relations assurant la conservation des forces vives.

» II. Dans ces formules, d'une part, le temps t_0 employé par les ondes à atteindre le point (x, y, z), après leur passage à l'origine, est une fonction réelle et linéaire de x, y, z, à coefficients l, m, n ayant entre eux des rapports arbitraires donnés, d'autre part, les *coefficients d'amplitude* L, M, N, généralement imaginaires, sont trois *constantes,* dans un système d'ondes indéfinies, mais trois *fonctions* de x, y, z, à variations *très lentes,* quand les ondes se trouvent *latéralement limitées.* Les dérivées de L, M, N, que nous écrirons $\frac{\partial(\mathrm{L, M, N})}{\partial(x, y, z)}$, seront donc petites et, ne variant de fractions notables de leurs valeurs que sur de longs parcours, auront leurs propres dérivées négligeables. Dès lors, chaque différentiation en x, y, z, effectuée sur les expressions (1) de ξ, η, ζ ou sur leurs dérivées, revient à introduire devant l'expression différentiée (abstraction faite de l'exponentielle) le facteur symbolique correspondant $-k(l, m, n)\sqrt{-1} + \frac{\partial}{\partial(x, y, z)}$ ou

$$(2) \qquad -k\sqrt{-1}\left(l + \frac{\sqrt{-1}}{k}\frac{\partial}{\partial x},\ m + \frac{\sqrt{-1}}{k}\frac{\partial}{\partial y},\ n + \frac{\sqrt{-1}}{k}\frac{\partial}{\partial z}\right).$$

» Les symboles $\frac{\sqrt{-1}}{k}\frac{\partial}{\partial(x, y, z)}$ ajoutés, dans ces formules, à l, m, n, et que suivra finalement L, M ou N, pourront, dans les combinaisons d'opérations, être assimilés à des accroissements très petits de l, m, n, et désignés par ∂l, ∂m, ∂n, en ce sens que leurs carrés et produits symboliques se trouveront négligeables, chacun d'eux indiquant une dérivation très *rapetissante* à effectuer sur la quantité qui suit.

» III. Cela posé, si $\varphi, \chi, \psi, \varphi_1, \chi_1, \psi_1, \varphi_2, \chi_2, \psi_2$ sont, dans le cas d'ondes planes *indéfinies,* les polynomes en l, m, n résultant de la substitution des expressions (1) dans les divers termes, respectivement en ξ, η, ζ, des équations proposées du mouvement, les équations obtenues en l, m, n et L, M, N s'écriront, après suppression de l'exponentielle,

$$(3) \qquad \left\{\begin{aligned} \varphi\mathrm{L} + \chi\mathrm{M} + \psi\mathrm{N} &= 0, \\ \varphi_1\mathrm{L} + \chi_1\mathrm{M} + \psi_1\mathrm{N} &= 0, \\ \varphi_2\mathrm{L} + \chi_2\mathrm{M} + \psi_2\mathrm{N} &= 0; \end{aligned}\right.$$

et elles entraîneront, outre la proportionnalité de L, M, N à trois polynomes λ, μ, ν en l, m, n, l'équation entre l, m et n qu'exprime l'annulation du déterminant de ce système homogène.

» Si, au contraire, les ondes étant latéralement limitées, L, M, N varient

lentement d'un point à l'autre, l, m, n seront accompagnés, dans φ, χ, ψ, φ_1, ..., de leurs petits accroissements symboliques ∂l, ∂m, ∂n définis ci-dessus, à traiter comme des différentielles. Appelons $\partial\varphi$, $\partial\chi$, $\partial\psi$, $\partial\varphi_1$, ... les accroissements symboliques *analogues* $\frac{d\varphi}{dl}\partial l + \frac{d\varphi}{dm}\partial m + \frac{d\varphi}{dn}\partial n$, ...; et le système (3) fera place au système plus complexe, en partie symbolique,

$$(4) \qquad \begin{cases} \varphi \mathrm{L} + \chi \mathrm{M} + \psi \mathrm{N} + \partial\varphi . \mathrm{L} + \partial\chi . \mathrm{M} + \partial\psi . \mathrm{N} = 0, \\ \varphi_1 \mathrm{L} + \ldots = 0, \qquad \varphi_2 \mathrm{L} + \ldots = 0. \end{cases}$$

» Or, cherchons l'enveloppe des ondes planes de toute direction, $t_0 =$ const. ou $lx + my + nz =$ const., passées simultanément à l'origine. Son point (x, y, z) de contact avec l'onde plane enveloppée, produisant des déplacements exprimés symboliquement par les formules (1), vérifiera, comme on sait, quel que soit le rapport de dl à dm, l'équation

$$x\,dl + y\,dm + z\,dn = 0;$$

et il y a lieu, pour déterminer la direction (x, y, z), de chercher l'équation aux différentielles totales en dl, dm, dn résultant du système (3). Différentions donc complètement celui-ci. Nous aurons, en appelant maintenant dl, dm, dn, $d\varphi$, ... des différentielles *effectives* et non symboliques, les équations, pareilles à (4),

$$(5) \qquad \begin{cases} \varphi\, d\mathrm{L} + \chi\, d\mathrm{M} + \psi\, d\mathrm{N} + d\varphi . \mathrm{L} + d\chi . \mathrm{M} + d\psi . \mathrm{N} = 0, \\ \varphi_1\, d\mathrm{L} + \ldots = 0, \qquad \varphi_2\, d\mathrm{L} + \ldots = 0. \end{cases}$$

» IV. Appelons λ', μ', ν' les trois multiplicateurs, expressions entières, comme λ, μ, ν, en l, m, n, qui vérifient le système homogène

$$(6) \quad \varphi\lambda' + \varphi_1\mu' + \varphi_2\nu' = 0, \quad \chi\lambda' + \chi_1\mu' + \chi_2\nu' = 0, \quad \psi\lambda' + \psi_1\mu' + \psi_2\nu' = 0,$$

parfaitement compatible, à raison de ce que son déterminant est celui du système (3) et a été annulé. Alors les équations (4) et (5), multipliées respectivement par λ', μ', ν' et ajoutées, donneront

$$(\lambda'\,\partial\varphi + \mu'\,\partial\varphi_1 + \nu'\,\partial\varphi_2)\mathrm{L} + (\lambda'\,\partial\chi + \ldots)\mathrm{M} + (\lambda'\,\partial\psi + \ldots)\mathrm{N} = 0,$$
$$(\lambda'\,d\varphi + \mu'\,d\varphi_1 + \nu'\,d\varphi_2)\mathrm{L} + (\lambda'\,d\chi + \ldots)\mathrm{M} + (\lambda'\,d\psi + \ldots)\mathrm{N} = 0,$$

ou, en développant $\partial\varphi$, $\partial\chi$, ..., $d\varphi$, $d\chi$, ... et faisant, dans la première

équation, abstraction du facteur commun $\frac{\sqrt{-1}}{k}$,

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &\left[\left(\lambda'\frac{d\varphi}{dl}+\mu'\frac{d\varphi_1}{dl}+\nu'\frac{d\varphi_2}{dl}\right)\frac{\partial L}{\partial x}+\left(\lambda'\frac{d\chi}{dl}+\ldots\right)\frac{\partial M}{\partial x}+\left(\lambda'\frac{d\psi}{dl}+\ldots\right)\frac{\partial N}{\partial x}\right]+\ldots=0,\\ &\left[\left(\lambda'\frac{d\varphi}{dl}+\mu'\frac{d\varphi_1}{dl}+\nu'\frac{d\varphi_2}{dl}\right)L+\left(\lambda'\frac{d\chi}{dl}+\ldots\right)M+\left(\lambda'\frac{d\psi}{dl}+\ldots\right)N\right]dl+\ldots=0.\end{aligned}\right.$$

» Mais, d'après les équations (3), les rapports mutuels de L, M, N sont, à une première approximation, égaux à ceux de λ, μ, ν; et, dans les petites dérivées premières de L, M, N, on peut, sauf erreurs négligeables de l'ordre des dérivées secondes, supposer proportionnelles à L, M, N eux-mêmes leurs variations simultanées; de telle sorte que, si I désigne un coefficient quelconque d'amplitude, par exemple, le rapport commun de L, M, N à λ, μ, ν, les dérivées $\frac{\partial(L, M, N)}{\partial(x, y, z)}$ vaudront les produits respectifs de L, M, N par $\frac{1}{I}\frac{\partial I}{\partial(x, y, z)}$.

» Si donc on appelle P, Q, R les trois quantités entre crochets, dans la seconde équation (7), après substitution de λ, μ, ν à L, M, N, ces deux relations deviendront

$$(8)\qquad \frac{P}{I}\frac{\partial I}{\partial x}+\frac{Q}{I}\frac{\partial I}{\partial y}+\frac{R}{I}\frac{\partial I}{\partial z}=0,\qquad P\,dl+Q\,dm+R\,dn=0.$$

» La première montre que l'amplitude I se conserve, dans chaque onde plane, suivant la direction (P, Q, R); et la seconde, rapprochée de l'équation $x\,dl+y\,dm+z\,dn=0$, fait voir que les coordonnées x, y, z du point de contact de cette onde avec son enveloppe sont proportionnelles à P, Q, R, ou que le rayon vecteur tiré de l'origine au point de contact a bien cette direction *suivant laquelle le mouvement se transmet*, en d'autres termes, qu'il trace le *rayon lumineux*.

» V. Il suffit, on le voit, que l'équation en l, m, n soit débarrassée du symbole $\sqrt{-1}$, et qu'elle admette des racines réelles quand l, m, n reçoivent les rapports mutuels soit donnés, soit voisins de ceux-là, pour que des ondes planes persistantes, ou d'une amplitude I se conservant à toute distance *dans le sens des rayons*, soient possibles. Elles seront, de plus, délimitables *latéralement* d'une manière arbitraire; car, dès que I sera invariable le long des rayons, ou que la première équation (8) se trouvera vérifiée, les relations (4) se réduiront à deux distinctes; et l'on y satisfera, quelles que soient les petites dérivées $\frac{\partial(L, M, N)}{\partial(x, y, z)}$, par d'imperceptibles

altérations des rapports mutuels de L, M, N, c'est-à-dire par d'insignifiants changements des trajectoires de l'éther ou des différences de phase qu'y offre le mouvement projeté sur les divers axes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du pentafluorure d'iode.* Note de M. **Henri Moissan.**

« L'étude de l'action du fluor sur l'iode présentait un certain intérêt pour établir la valence de l'iode. Gore avait indiqué que l'on pouvait obtenir un pentafluorure d'iode en chauffant un mélange de fluorure d'argent et d'iode dans un tube de platine (1). Cette réaction a été étudiée ensuite par Mac Ivor (2). Mais les constantes physiques du composé ainsi obtenu sont loin de répondre, comme nous le verrons plus loin, à celle du pentafluorure d'iode.

» *Préparation.* — Pour obtenir ce nouveau composé, nous nous sommes servi d'un tube horizontal en verre, au milieu duquel se trouvait une nacelle de platine contenant de l'iode pur et sec. Un petit tube de platine amenait le courant de fluor exempt d'acide fluorhydrique au milieu même de la nacelle. Le tube de verre était légèrement incliné et son extrémité étirée, puis courbée à angle droit, se rendait dans un tube en U maintenu à 0°. A la suite de ce tube en U se trouvait une série de tubes à ponce sulfurique pour éviter toute rentrée de l'humidité atmosphérique.

» Aussitôt que le fluor arrivait au contact de l'iode, il se produisait une flamme peu éclairante, et, pour éviter une trop grande élévation de température qui aurait volatilisé de l'iode, on avait soin d'entourer la partie du tube de verre dans laquelle se produisait la réaction d'un petit serpentin de plomb traversé par un courant d'eau froide. Tout cet appareil devait avoir été séché avec le plus grand soin, de façon que le fluor n'agisse pas sur le verre. Dès que la réaction se produit, on voit des stries liquides se condenser en abondance sur les parties froides du tube.

» On recueille dans le tube en U un liquide incolore, dense, qui, aux environs de son point de solidification, présente une consistance légèrement sirupeuse et qui ne tarde pas à se solidifier au contact de la paroi de verre refroidie.

» Le courant de fluor doit être continu, sans cependant avoir une vitesse

(1) Gore, *Chem. News*, t. XXIV, 1871, p. 291.

(2) Mac Ivor, *Chem. News*, t. XXXII, 1875, p. 229.

trop grande. Lorsque la réaction est bien conduite, tout l'iode disparaît, et le fluorure d'iode est complètement incolore.

» *Propriétés*. — Le composé que l'on obtient ainsi en présence d'un excès de fluor est un pentafluorure d'iode IF^5. C'est un liquide incolore, se solidifiant à la température de +8° (¹). Le fluorure obtenu par Mac Ivor ne se congelait pas à — 20°.

» Ce fluorure, à l'état solide, possède l'apparence du camphre. Son point d'ébullition est de + 97°. Il distille sans altération. Sa vapeur se décompose entre 400° et 500° en fournissant de la vapeur d'iode.

» Il émet à l'air, et surtout à l'air humide, des fumées abondantes. Il exerce une action très irritante sur les organes de la respiration.

» Le pentafluorure d'iode peut être distillé dans un courant d'hydrogène sans produire aucune réaction.

» Le chlore n'exerce pas d'action à froid sur ce fluorure; mais si l'on élève la température, le liquide ne tarde pas à prendre une teinte jaune. De même, le brome ne réagit pas à froid, il se dissout seulement dans le fluorure; mais si l'on chauffe le mélange, la couleur du brome disparaît, et il se produit du fluorure de brome et du bromure d'iode. Il n'y a, dans cette réaction, aucun dégagement de vapeurs de brome. Enfin, l'iode et le fluor sont très solubles dans ce pentafluorure.

» A la température de 100°, l'oxygène ne réagit pas sur le fluorure d'iode. Si nous plaçons un fragment de soufre au contact de ce fluorure liquide, l'attaque se produit en chauffant légèrement avec formation d'hexafluorure de soufre gazeux, d'iodure de soufre et mise en liberté d'une petite quantité d'iode.

» Le phosphore réagit avec énergie au contact du fluorure d'iode. En projetant une petite quantité de phosphore rouge dans ce liquide, l'attaque est très vive, la masse devient incandescente et de l'iode est mis en liberté en même temps que le pentafluorure de phosphore se dégage en abondance.

» L'arsenic et l'antimoine produisent des réactions identiques. Le mélange devient incandescent, des vapeurs d'iode se dégagent, et il reste des fluorures de ces métalloïdes.

» Le pentafluorure d'iode est attaqué à froid par le carbone, sans incandescence; il se forme du tétrafluorure de carbone et une petite quantité

(¹) Ce pentafluorure d'iode peut être maintenu en surfusion à quelques degrés audessous de son point de solidification.

d'iode est mise en liberté. Le silicium cristallisé n'attaque pas le fluorure d'iode à froid, mais une légère élévation de température suffit pour provoquer la réaction, qui se poursuit bientôt avec violence. Le silicium est porté à l'incandescence, et il se dégage du fluorure de silicium et de la vapeur d'iode. Le bore pur et sec, projeté dans le fluorure d'iode, s'enflamme immédiatement, en produisant du fluorure de bore et des vapeurs d'iode.

» Les métaux alcalins réagissent assez énergiquement sur ce pentafluorure d'iode. Si l'on projette dans ce liquide un fragment brillant de métal, la formation superficielle d'une couche de fluorure et d'iodure de sodium limite la réaction. Mais si l'on chauffe de façon à atteindre le point de fusion du métal alcalin, la décomposition devient tout à coup très violente et même explosive. Au contraire, l'argent n'est pas attaqué vers la température de 100°, et l'on peut distiller le fluorure sur ce métal en poudre fine sans qu'il se produise aucune décomposition. Il en est de même pour le fer et le magnésium.

» Mac Ivor avait indiqué que le fluorure d'iode réagissait sur l'eau avec violence. Nous avons pu faire couler du pentafluorure d'iode pur dans de l'eau sans produire autre chose qu'un échauffement du liquide, sans ébullition. Il se fait de suite une décomposition complète en acide fluorhydrique et en acide iodique. Le liquide reste tout à fait transparent, et l'on peut déceler l'acide fluorhydrique par l'attaque du verre et par son action sur les sels de calcium. L'acide iodique peut être mis en évidence au moyen d'une solution d'acide sulfureux qui fournit un précipité d'iode volumineux.

» La réaction peut donc se représenter par l'égalité suivante :

$$2\,IF^5 + 5\,H^2O = I^2O^5 + 10\,HF.$$

» L'hydrure de potassium KH, projeté dans le pentafluorure d'iode, devient incandescent, dégage d'abondantes fumées violettes et des vapeurs d'acide fluorhydrique, en même temps qu'il se forme du fluorure et de l'iodure de potassium.

» La silice est attaquée lentement à froid, par le pentafluorure d'iode; dès que l'on chauffe, la réaction devient plus active et produit d'abondantes fumées de fluorure de silicium. Du reste, tous les composés renfermant du silicium sont attaqués avec énergie. Le siliciure de cobalt SiCo brûle dans le fluorure d'iode légèrement chauffé; il en est de même du siliciure de fer SiFe et du siliciure de vanadium Si^2V. Le verre, même très sec, est attaqué lentement à la température ordinaire.

» Le carbure de calcium ne réagit pas à froid sur ce nouveau composé, mais, légèrement chauffé, il devient incandescent à son contact. Au contraire, le carbonate et le phosphate de calcium ne fournissent aucune réaction.

» En laissant tomber le fluorure d'iode dans l'acide sulfurique concentré, le fluorure se rassemble au fond du tube, puis la décomposition se produit, assez régulièrement, avec dégagement de bulles d'acide fluorhydrique.

» Avec l'acide azotique hydraté, il n'y a pas de réaction immédiate. Les deux liquides sont miscibles. Au contraire, avec l'acide chlorhydrique, la réaction est très vive, et il se dégage d'abondantes bulles gazeuses, tandis que le liquide se colore fortement en jaune orangé.

» Les solutions alcalines de potasse et de soude décomposent instantanément le fluorure d'iode en formant du fluorure et de l'iodate de potassium.

» Si l'on verse le pentafluorure d'iode dans du sulfure de carbone sec, il se produit de suite une coloration violette très intense.

» Lorsque l'on fait tomber quelques gouttes de fluorure d'iode dans de l'essence de térébenthine, l'action est violente et le liquide projeté hors du vase qui le contenait.

» Dans la benzine, le fluorure paraît d'abord se dissoudre, mais la décomposition se produit ensuite rapidement et le liquide prend une coloration bleue.

» *Analyse.* — Un poids déterminé de fluorure d'iode pesé dans une petite ampoule de verre bien desséchée a été décomposé ensuite par une solution étendue de potasse pure.

» On obtient ainsi une solution renfermant le fluor à l'état de fluorure et l'iode à l'état d'iodate. Dans une partie de la solution, le fluor a été dosé sous forme de fluorure de calcium. L'autre partie de la solution a été évaporée à sec, puis légèrement calcinée pour transformer l'iodate en iodure. Enfin, l'iode a été pesé à l'état d'iodure d'argent.

» Ces dosages ont fourni les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie pour IF^5.
Iode....................	57,28	56,67	57,20
Fluor..................	42,55	42,21	42,80

» *Conclusions.* — En résumé, l'iode s'unit directement au fluor avec dégagement de chaleur, en fournissant un composé pentavalent IF^5. Ce fluorure possède une activité chimique très grande; la plupart des corps

simples le décomposent, et il produit avec les corps composés un très grand nombre de doubles réactions.

» Chauffé vers 500°, ce pentafluorure se décompose et dégage de la vapeur d'iode. Mais ce phénomène ne s'accentue que lentement par une élévation de température. Nous pouvons donc nous trouver soit en présence d'une dissociation en fluor ou en iode, ou soit en présence d'une mise en liberté d'iode avec production d'un nouveau fluorure d'iode. Nous poursuivons ces recherches. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Hématozoaires des Poissons marins.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« Alors que les Hématozoaires des Poissons d'eau douce ont donné lieu à un grand nombre de travaux, ceux des Poissons de mer ont été complètement négligés. C'est pour combler cette lacune dans nos connaissances que nous avons entrepris, durant les étés de 1901 et de 1902, une recherche méthodique de ces Hématozoaires.

» Nos observations de 1901, faites sur des Poissons téléostéens pêchés dans l'anse Saint-Martin, près du cap de la Hague (Manche), nous ont mis en possession des Hémogrégarines de la Sole et des Blennies ([1]) et du Trypanosome de la Sole ([2]). En 1902, tandis que l'un de nous poursuivait ses recherches sur les Poissons de l'anse Saint-Martin, l'autre examinait le sang d'un grand nombre de Poissons osseux et cartilagineux de Roscoff (Finistère) et, tout en retrouvant les parasites de la Sole et des Blennies, en découvrait d'autres, Hémogrégarine et Trypanosomes, chez les Raies et les Roussettes ([3]).

» Nous voulons résumer ici les résultats de cet ensemble de recherches qui portent sur plus de deux cents individus appartenant à une quarantaine d'espèces d'à peu près toutes les familles de Poissons marins. Ce résumé donnera une idée de la distribution et de la fréquence des Hématozoaires chez ces Poissons, au moins en ce qui regarde la mer de la Manche.

» I. Poissons cartilagineux. — A Roscoff, nous avons trouvé à la fois

---

([1]) Laveran et Mesnil, *Comptes rendus*, 14 octobre 1901.

([2]) Laveran et Mesnil, *Comptes rendus*, 28 octobre 1901.

([3]) Je tiens à remercier ici mon savant Confrère, M. le professeur Delage, pour l'excellent accueil qu'il a bien voulu me faire au laboratoire de Roscoff. A. L.

des Trypanosomes et des Hémogrégarines chez les deux *Raja punctata* et chez une des deux *Raja mosaica* que nous y avons examinées; nous avons trouvé des Trypanosomes chez 9 *Scyllium stellare* (*S. catulus*) sur 16 examinés. L'examen du sang a été négatif chez deux Raies d'une autre espèce que celles à Hématozoaires, chez 1 *Scyllium canicula*, 2 *Mustelus canis*, 1 *Torpedo torpedo*.

» Dans l'anse Saint-Martin, nous avons trouvé des Trypanosomes chez une *Raja clavata*. Une *Raja mosaica* et un *Acanthias acanthias* n'étaient pas parasités.

» Comme on voit, les Hématozoaires ne sont pas rares chez les Poissons cartilagineux.

» Les Trypanosomes trouvés chez les trois espèces de Raies paraissent bien appartenir à la même espèce que nous appelons *Trypanosoma rajæ;* nous désignons ceux du *Scyllium stellare* sous le nom de *Tr. scylliumi*. Nous les décrivons en détail dans un Mémoire des *Archiv für Protistenkunde* 1902 sur les Trypanosomes des Poissons. Nous nous contentons donc de résumer ici leurs caractères principaux :

» Trypanosomes de grande taille, atteignant 70^{μ} à 80^{μ} de long (flagelle compris; la longueur du flagelle est de 14^{μ} à 20^{μ}); la largeur est de 5^{μ} à 6^{μ}. Le protoplasme, coloré par la méthode bleu Borrel-éosine-tannin, se colore en bleu d'une façon très intense et assez uniforme; le noyau, arrondi ou ovalaire, est lilas; le centrosome, violet foncé, est toujours très net, ainsi que la membrane ondulante. Ces deux espèces de Trypanosomes se distinguent surtout en ce que, chez *Trypanosoma scylliumi*, l'extrémité post-centrosomique est courte et obtuse, alors que chez *Tryp. rajæ* elle est généralement longue et effilée, donnant parfois l'illusion d'un second flagelle.

» Ces Trypanosomes se rapprochent d'assez près de ceux des autres Poissons (Trypanosomes de l'Anguille et de la Sole, var. *magna* du Trypanosome du Brochet).

» Les Hémogrégarines que nous avons trouvées chez *Raja punctata* et *Raja mosaica* nous ont paru appartenir à la même espèce. Nous dédions cette espèce nouvelle à M. le professeur Delage.

» *Hæmogregarina Delagei* n. sp. — Cette espèce est toujours endoglobulaire quand le sang est fixé rapidement; le parasite se présente sous forme d'éléments allongés, incurvés, arrondis à l'une des extrémités, plus ou moins effilés à l'autre. La longueur est de 13^{μ} en moyenne; la largeur, au niveau de la partie la plus épaisse, de 2^{μ}. Il n'est pas rare de trouver deux parasites dans une hématie.

» Dans le sang desséché, fixé et coloré par le procédé que nous préconisons (bleu Borrel-éosine-tannin), on constate que *H. Delagei* a un noyau ovoïde situé vers la partie moyenne et constitué par un amas de granulations de chromatine; en dehors

du noyau, on trouve dans le protoplasme, qui se colore en bleu clair, un certain nombre de granulations chromatiques.

» Le noyau est quelquefois divisé ou en voie de division; il est probable que la multiplication a lieu par bipartition. Nous n'avons pas vu d'autres formes de multiplication.

» En somme, *H. Delagei* est voisine, par sa forme générale, ses dimensions, et probablement aussi par son mode binaire de division, de *H. bigemina* des Blennies.

» II. Poissons osseux. — Malgré le grand nombre d'espèces de Poissons téléostéens dont nous avons examiné le sang, tant à Roscoff que dans l'anse Saint-Martin, nous n'avons trouvé des Hémogrégarines que chez la Sole et les Blennies, des Trypanosomes que chez la Sole, où ils sont d'une *extrême* rareté ([1]).

» A Roscoff, sur 7 *Solea vulgaris* examinées, 4 renfermaient seulement des *Hæmogregarina Simondi nobis*, 2 des Hémogrégarines et des Trypanosomes, 1 n'était pas parasitée; 4 Blennies (sur 11 d'espèces diverses examinées) avaient des *Hæmogregarina bigemina nobis*.

» Dans l'anse Saint-Martin, sur 7 Soles examinées, 5 renfermaient seulement des Hémogrégarines, 1 à la fois des Hémogrégarines et des Trypanosomes, 1 n'était pas parasitée. Les très nombreux *Blennius pholis* et les nombreux *Bl. Montagui* ([2]) examinés étaient, à partir de la taille de 5^{cm}, presque tous parasités par *Hæmogregarina bigemina*.

» Nous donnons ici la liste des espèces de Poissons osseux chez lesquels l'examen du sang a été constamment négatif, avec le nombre d'individus examinés.

» Anse Saint-Martin. — Plusieurs *Nerophis lumbricoides*, 1 *Gunnellus vulgaris*, nombreux *Gobius* (sp.?), 2 *Mullus surmuletus*, 1 *Cottus scorpius*, 1 *Zeus faber*, 2 *Pagellus centrodontus*, 1 *Cantharus griseus*, plusieurs *Labrus*, 2 *Gadus luscus*, 1 *Gadus pollachius*, 1 *Motella mustela*, plusieurs Pleuronectes d'espèces diverses, nombreux *Lepadogaster Gouanii*, 3 *Conger conger*.

» Roscoff. — 6 *Syngnathus* (sp.?), 1 *Orthagoriscus mola*, 3 *Gunnellus vulgaris*,

---

([1]) Notons en outre que sur 9 *Anguilla vulgaris* capturées au bord de la mer, à Roscoff, une renfermait le Trypanosome découvert par Sabrazès et Muratet et que nous avons retrouvé nous-mêmes chez des Anguilles pêchées en eau douce; nous le décrivons sous le nom de *Tryp. granulosum* dans notre Mémoire des *Archiv für Protistenkunde*.

([2]) Dans notre Note de 1901 (*loc. cit.*), cette espèce a été désignée, par erreur, sous le nom de *Bl. gattorugine*.

2 *Lophius piscatorius*, 2 *Mullus surmuletus*, 5 *Trigla*, 10 *Cottus bubalis*, 1 *Chrysophrys aurata*, 5 *Labrus*, 5 *Crenilabrus melops*, 7 *Ammodites tobianus*, 2 *Gadus pollachius*, 4 *Motella tricirrata*, 7 Pleuronectes (*sp. variæ*), 3 *Lepadogaster Gouanii*, 4 *Conger conger*.

» Modes d'infection. — Les Trypanosomes et les Hématozoaires endoglobulaires se présentent, dans le sang des Poissons, avec des formes analogues à celles que l'on rencontre chez les Vertébrés à sang chaud. Il y a donc lieu de supposer que la contagion se fait, chez les premiers comme chez les derniers, par l'intermédiaire de quelque Invertébré sanguicole.

» Nous avons trouvé sur la peau de toutes les Soles infectées, à Roscoff, de très nombreuses sangsues (*Hemibdella soleæ* v. Ben. et Hesse) gorgées de sang. Nous pensons d'autant plus volontiers que les Ichthyobdellides jouent un rôle dans la transmission des Hématozoaires, qu'il y a déjà longtemps que Leydig (1) a signalé dans le tube digestif de *Piscicola* et de *Pontobdella* (2) des Flagellés à membrane ondulante, probablement des Trypanosomes.

» Nous n'avons jamais remarqué de parasites sur la peau des nombreuses Blennies que nous avons examinées. Peut-être la contagion se fait-elle, chez ces Poissons, par l'intermédiaire des parasites des branchies; nous n'y avons trouvé que des *Trichodina*. Mais on sait que les Blennies hébergent temporairement, sur leurs branchies, des Crustacés Isopodes du genre *Praniza*; dans les mares à *Lithothamnion* de l'anse Saint-Martin, ces Crustacés sont très abondants à côté des Blennies. Il y a là tout un programme de recherches très intéressantes que nous signalons aux Zoologistes et que nous comptons nous-mêmes aborder à la première occasion. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'acide carbonique comme agent de choix de la parthénogenèse expérimentale chez les Astéries*. Note de M. **Yves Delage**.

« Dans les expériences de parthénogenèse artificielle exécutées avec les divers agents proposés par Lœb ou par moi-même, on observe toujours une grande inconstance dans le résultat. Dans les expériences les mieux

(1) Leydig, *Lehrbuch der Histologie*, 1857, p. 346.

(2) Les *Pontobdella muricata* ne sont pas rares sur la peau des Raies, souvent parasitées, comme les Soles.

réussies, il reste toujours un nombre considérable d'œufs qui ne se développent pas et qui, pourtant, ne diffèrent en rien, par l'aspect, de ceux qui obéissent à l'action du réactif. La proportion des œufs qui se développent est très variable dans les diverses expériences faites avec un matériel en apparence identique. Le nombre des segmentations que j'ai obtenues des Astéries varie de 0 à 50 pour 100; la proportion habituelle est de 30 pour 100 dans les expériences satisfaisantes. Lœb et Neilson déclarent n'avoir obtenu que 20 pour 100. Une seule fois je suis arrivé à 95 pour 100. De ces œufs segmentés, un petit nombre seulement arrivent à l'état de blastule nageante. La proportion habituelle dans les expériences satisfaisantes est de 10 à 20 pour 100 des œufs segmentés. On arrive parfois à 25 pour 100, plus souvent on reste à 5 pour 100. Et il n'y a pas proportionnalité entre le nombre des segmentations et celui des blastules. Dans l'expérience où j'avais obtenu 95 pour 100 des premières, je n'ai eu finalement que 3 pour 100 des dernières.

» Tout cela indique nettement que l'on est encore bien loin du but qui serait de remplacer l'intervention du spermatozoïde par un agent physico-chimique de même valeur; bien loin aussi d'obtenir par ces moyens des larves en état de vivre assez longtemps pour former l'animal parfait. Il y avait donc à chercher un agent qui donnât des résultats plus constants et plus comparables à ceux que donne le spermatozoïde dans la fécondation normale. C'est ce problème que j'ai cherché à résoudre cette année au laboratoire de Roscoff.

» Guidé par certaines considérations théoriques, je me suis adressé à l'acide carbonique, qui s'est trouvé répondre à tout ce que l'on peut demander à un agent parfait.

» Le mode opératoire est d'une simplicité extrême et l'expérience peut être refaite par n'importe qui. Elle réussit absolument toujours. On fabrique de l'eau de Seltz avec de l'eau de mer et l'on dépose dans ce liquide, à la pression de l'atmosphère, les œufs arrivés à ce stade de maturation commencée que j'ai fait connaître dans un précédent travail sous le nom de *stade critique*. Les œufs arrivent d'eux-mêmes à ce stade quand, extraits des ovaires mûrs, ils sont déposés dans l'eau de mer. Il suffit de les surveiller en en examinant, de temps à autre, quelques-uns sous le microscope. Le meilleur moment est celui où le premier globule polaire commence à se montrer.

» Après 1 heure de séjour dans l'eau de mer chargée de CO^2, ce liquide est remplacé par de l'eau de mer naturelle. Quelques heures après, *tous*

sont en segmentation; le lendemain, *tous* sont transformés en blastules ciliées qui nagent dans les cuvettes. Ce n'est plus, comme avec les autres réactifs, 30 à 40 pour 100 de segmentation et 5 à 10 pour 100 de blastules nageantes; c'est 100 pour 100 ou à peu près. Il y a toujours, comme dans les fécondations normales, quelques rares œufs qui ne se développent pas : des œufs malades, sans doute, ou trop mûrs, ou ayant subi quelque altération. Il y a toujours aussi un certain nombre d'œufs qui ne se sont pas développés parce qu'ils n'ont pas mûri et ont conservé leur vésicule germinative. Il faut les défalquer, car, mis en présence du sperme, ils ne se développent pas davantage. Il est naturel que, dans des œufs pris dans l'ovaire, avant le moment où ils eussent été normalement pondus, un certain nombre ne soient pas assez avancés pour parcourir les stades de cette maturation hâtive, précoce, que détermine le contact de l'eau de mer.

» Ainsi CO^2 se montre agent de développement *aussi efficace* que le spermatozoïde.

» A ceux qui seraient tentés de croire qu'il y a dans cette formule quelque exagération, je répondrai par les remarques suivantes.

» J'ai toujours pris des précautions extrêmes pour écarter les spermatozoïdes qui auraient pu s'introduire auprès des œufs en expérience et faire croire à un développement parthénogénétique là où il y aurait eu fécondation. Les mains sont lavées à l'eau de pluie et au savon et ne touchent, pendant l'expérience, ni l'eau de mer naturelle ni les Astéries, qui sont maniées par un aide; les cuvettes et instruments sont lavés à l'eau de pluie et flambés; l'eau où sont déposés les œufs a été stérilisée par chauffage à 60°; les Astéries sont plongées dans un grand baquet d'*eau de pluie;* leurs ovaires sont saisis *sous cette eau* avec des pinces, transportés dans de l'eau distillée où ils sont lavés de nouveau, puis dans l'eau de mer stérilisée où ils sont enfin dilacérés. Eh bien, ce spermatozoïde, contre lequel je prenais ces précautions excessives, est beaucoup moins actif que mon acide carbonique; car, le jour où j'ai voulu avoir, pour comparaison, des œufs fécondés, je n'ai jamais pu en obtenir plus de 30 à 40 pour 100. Tel est le fait.

» Il ne faudrait pas en conclure que des œufs parfaitement mûrs, normalement pondus par la mère, ne sont pas à peu près tous fécondables et ne donneraient pas des larves égales, sinon supérieures, à celles que fait développer l'acide carbonique. Mais, pour les œufs que j'avais à ma disposition, incomplètement mûrs et fournis par des individus arrivés à l'arrière-saison sans avoir pondu ou n'ayant émis qu'une partie de leur ponte, le

fait est incontestable : CO^2 est deux à trois fois plus efficace que le spermatozoïde.

» Ce n'est pas seulement par la quantité mais aussi par la qualité que ces *larves carboniques* (qu'on me permette de les appeler ainsi pour abréger) se distinguent de celles que donnent les autres agents parthénogénétiques. Avec ces derniers je n'ai obtenu le plus souvent que des blastules un peu rabougries, faibles, à paroi blastodermique épaisse, à cavité peu développée, d'ordinaire occupée par un résidu granuleux opaque qui gêne plus ou moins l'invagination et qui est pathologique, car il n'existe pas chez les blastules provenant de la fécondation. Les blastules carboniques au contraire sont grosses, sphériques, bien turgescentes, à paroi mince, à cavité de segmentation vaste et parfaitement libre; en somme, ne diffèrent en rien de celles qui proviennent d'œufs fécondés. Ces blastules s'invaginent avec la plus grande facilité; au bout de 36 heures elles sont devenues gastrules. Dès le troisième jour elles ont formé leur mésenchyme et commencent à développer leurs vésicules entérocœliennes. Le cinquième jour la bouche et l'hydropore sont ouverts et la forme caractéristique de l'*Auricularia* se dessine.

» Au moment où j'ai quitté Roscoff les plus vieilles étaient âgées de 32 jours et étaient des *Auricularia* typiques, parfaitement agiles, en tout semblables à celles provenant de la fécondation. J'en ai laissé un bon nombre que j'ai placées dans des conditions variées et dont je compte surveiller l'évolution. Je n'ai guère d'espoir cependant de les conduire jusqu'à la métamorphose, car la phase larvaire est très longue et il est extrêmement difficile de leur procurer, pendant un temps si prolongé, les conditions délicates qu'elles réclament. On n'y est pas arrivé non plus pour les larves provenant d'œufs fécondés. Je n'avais même jamais réussi, jusqu'ici, à conserver ces dernières au delà de trois semaines, et à cet âge elles ne montraient aucune trace de la future Astérie. Je compte poursuivre l'observation des larves en expérience tant que je pourrai les maintenir vivantes, et, si j'arrive à quelque résultat, j'aurai l'honneur de le soumettre à l'Académie.

» Dans une prochaine Communication j'étudierai le mode d'action de l'acide carbonique. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, divers Ouvrages de M. *A. Korn*, portant pour titres : « Lehrbuch der Potentialtheorie (2 vol.); Abhandlungen zur Potentialtheorie; Eine mechanische Theorie der Reibung; Eine Theorie der Gravitation und der electrischen Erscheinungen ». (Présentés par M. E. Picard.)

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Les quatorze grands Registres de laboratoire de Lavoisier. Le Registre II signalé perdu et nouvellement retrouvé.* Note de M. H. **Brocard**, présentée par M. Berthelot.

« Je désire appeler la bienveillante attention de l'Académie sur un résultat inattendu et très important d'une investigation du *Catalogue général des Manuscrits des Bibliothèques publiques de France*. En parcourant le Tome XIII, édité en 1891, où se trouve le Catalogue des Manuscrits de la Bibliothèque de Perpignan, un heureux hasard de lecture m'a fait rencontrer sous le n° 61 (p. 102) l'indication d'un Registre de laboratoire de Lavoisier. Le souvenir d'une description des Registres de Lavoisier me donna aussitôt l'idée de me référer à l'Ouvrage de M. Berthelot où je l'avais remarquée : *La Révolution chimique : Lavoisier* (Paris, Alcan, 1890). Deux paragraphes (p. 213-214 et 249-250) se rapportent au Registre II et nous apprennent qu'il devait être considéré comme perdu depuis plus de 40 ans.

» Nous pouvons aujourd'hui indiquer la destination qu'il avait reçue. Voici, en effet, la mention qui en est faite p. 102 du Tome XIII du *Catalogue général* :

» N° 61 (anc. 59) « Registre pour les expériences chimiques », Tome second, du 9 septembre 1773 au 5 mars 1774. « Journal d'expériences, tenu au laboratoire de Lavoisier. »

» Le titre est de la main de Lavoisier, le sous-titre et la note qui suit ont été écrits par François Arago.

» Ce cahier renferme les célèbres expériences sur la calcination des métaux en vases clos, et les premières tentatives de Lavoisier sur la combustion du diamant [signé] F. Arago. »

» En face, de la même main : « Journal manuscrit de Lavoisier offert respectueusement à la Bibliothèque publique de la ville de Perpignan, par F. Arago. »

» XVIIIe siècle. Autographe. Papier, 122 feuillets. 317^{mm} sur 200^{mm}. Rel. veau (6494).

» En attendant un résumé de ce Registre, sa description paraît justifier les prévisions formulées à son sujet par M. Berthelot et faire admettre qu'il renferme les expériences sur la calcination du diamant et sur la calcination de l'étain dans des vases fermés, dont Lavoisier a exposé les résultats le 22 octobre 1773 et le 11 novembre 1774.

» Différentes bibliothèques de Paris et des départements possèdent d'autres manuscrits de Lavoisier. La liste en a sans doute été dressée par la Commission académique chargée de l'édition des *Œuvres complètes* de Lavoisier; aussi me bornerai-je à indiquer très succinctement les références bibliographiques.

» PARIS. *Archives nationales*, n° 818. Rapport de MM. Maquet et Lavoisier, etc. — On a imprimé Maquet, vraisemblablement pour Macquer.

» *Archives nationales*, n° 2279.

» *Bibliothèque de l'Arsenal.* — Voir au Catalogue.

» *Bibliothèque nationale.* — Ancien Supplément français. N° 32305-6.

» *Bibliothèque nationale.* — Nouvelles acquisitions françaises. N° 5153.

» AVIGNON. — Collection Requien.

» CLERMONT-FERRAND. — Collection de Chazelles.

» LYON. — *Palais des Arts.* Collection Delandine. N° 195, f. 219. Résultat de quelques expériences faites sur le diamant, par MM. Macquer, Cadet et Lavoisier, 1772. — On a imprimé, sans doute par erreur, MM. Macquer cadet et Lavoisier.

» NANTES. — Une lettre de 1791.

» ROUEN. — Collection Duputel.

» ROUEN. — Collection Girardin. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur l'habillage des surfaces.* Note de M. M. SERVANT.

» Habiller une surface consiste à ramener son élément linéaire à la forme

$$(1) \qquad ds^2 = d\alpha^2 + d\beta^2 + 2\cos\omega\, d\alpha\, d\beta.$$

» Nous nous proposons d'indiquer un rapport intéressant qui existe entre ce problème et celui de la déformation des quadriques générales, et nous en déduirons des éléments linéaires particuliers pour lesquels on peut résoudre d'une façon complète le problème de l'habillage, c'est-à-dire pour

lesquels on peut, de toutes les façons possibles, ramener l'élément linéaire à la forme (1).

» Soient u et v les paramètres des génératrices rectilignes d'une quadrique quelconque et α, β les paramètres des asymptotiques d'une surface applicable sur cette quadrique. Nous avons montré (*S. M.*, 1901-1902) que les équations du problème de la déformation des quadriques peuvent se mettre sous la forme

$$\frac{\partial u'}{\partial \alpha}\frac{\partial v'}{\partial \alpha} = \frac{\partial u'}{\partial \beta}\frac{\partial v'}{\partial \beta} = \Omega(u, v);$$

ces équations expriment, comme on le voit de suite, que la forme quadratique

$$\frac{du\,dv}{\Omega}, \tag{2}$$

rapportée aux variables α et β, prend la forme (1). Par conséquent la déformation des quadriques et l'habillage de la forme quadratique (2) sont deux problèmes équivalents.

» Examinons maintenant quelques cas particuliers : si la quadrique est un paraboloïde, on aura

$$\Omega = \mathrm{E}b - \mathrm{F}^2.$$

» La forme quadratique (2) deviendra, pour un paraboloïde général d'élément linéaire

$$ds^2 = (v^2 - 1)\,du^2 + 2(uv + b)\,du\,dv + (u^2 - 1)\,dv^2,$$

$$\frac{du\,dv}{1 - u^2 - v^2 - 2buv - b^2}; \tag{2'}$$

or on sait que la déformation du paraboloïde général se ramène à celle de la sphère; l'habillage de (2′) se ramènera donc également à la déformation ou, ce qui revient au même, à l'habillage de la sphère.

On sait déformer d'une façon complète les paraboloïdes d'éléments linéaires :

$$ds^2 = du^2 + 2v\,du\,dv + 2u\,dv^2,$$

$$ds^2 = v^2\,du^2 + 2(uv + h)\,du\,dv + u^2\,dv^2 \qquad \text{(paraboloïde de révolution)},$$

$$ds^2 = v^2\,du^2 + 2(uv + h^2)\,du\,dv + (u^2 - h^2)\,dv^2 \qquad \left(\begin{array}{c}\text{paraboloïde à plan di-}\\ \text{recteur isotrope}\end{array}\right);$$

on saura donc habiller les formes quadratiques

$$(4)\qquad \frac{du\,dv}{2u - v^2},$$

$$(5)\qquad \frac{du\,dv}{2uv + h},$$

$$(6)\qquad \frac{du\,dv}{h(v'+1) + 2uv}.$$

Remarquons en particulier que la forme quadratique (5) est l'élément linéaire d'une surface de révolution dont on déterminerait facilement le méridien. »

ÉLECTRICITÉ. — *La déviation magnétique et électrique des rayons Becquerel et la masse électromagnétique des électrons.* Note de M. **W. Kaufmann**, présentée par M. Mascart.

« Dans une publication antérieure ([1]) j'ai montré que le rapport $\frac{\varepsilon}{\mu}$ de la charge ε à la masse μ des électrons va en diminuant quand la vitesse q s'approche de la vitesse c de la lumière. Cela veut dire qu'en supposant constante la charge ε, la masse μ augmente et devient infinie pour $q = c$, résultat prévu par la théorie électromagnétique.

» Les considérations théoriques de M. Max Abraham ([2]) permettent de comparer quantitativement les résultats de l'expérience et de la théorie. Pour la « masse transversale », c'est-à-dire la masse correspondant à des accélérations qui sont perpendiculaires à la vitesse de l'électron, M. Abraham donne l'équation suivante :

$$(1)\qquad \mu = \mu_0 \frac{3}{4} \psi(\beta),$$

où μ_0 représente la valeur de μ pour de petites vitesses, $\beta = \frac{q}{c}$ et

$$(2)\qquad \psi(\beta) = \frac{1}{\beta^2}\left[\frac{1+\beta^2}{2\beta}\log\frac{1+\beta}{1-\beta} - 1\right].$$

» La méthode que j'ai employée pour mesurer simultanément $\frac{\varepsilon}{\mu}$ et q peut être nommée *méthode des spectres croisés.*

([1]) *Nachrichten d. Ges. der Wissenschaften zu Göttingen*, 1901, n° 2.

([2]) *Ibidem*, 1902, n° 1.

» Une légère parcelle de matière radioactive se trouve sur le fond d'une petite caisse de laiton. Les rayons émanant de cette parcelle passent entre deux lames de laiton parallèles et isolées. Ils tombent sur un diaphragme de platine pourvu d'un trou d'un diamètre d'environ $0^{mm},2$, qui en laisse passer un faisceau étroit; ce faisceau impressionne la plaque photographique, enveloppée dans une feuille mince d'aluminium battu. [Distance de la source radioactive au diaphragme ainsi que celle du diaphragme à la plaque photographique : environ 2^{cm}; distance des deux lames : environ $1^{mm},2$.]

» Quand tout l'appareil est placé dans un tube à vide on peut charger à 2000-5000 volts l'une des lames, l'autre étant à terre. Les rayons ayant traversé le champ électrique sont dispersés en un spectre électrique sur la plaque photographique. En superposant au champ électrique un champ magnétique provenant d'un électro-aimant, entre les pôles duquel l'appareil est placé, on obtient un spectre magnétique perpendiculaire au spectre électrique; l'ensemble des deux spectres forme une courbe $y = f(z)$, où y signifie la déviation électrique et z la déviation magnétique. Sauf quelques petites corrections (¹) on peut poser :

$$\beta = k_1 \frac{z}{y}, \tag{3}$$

$$\frac{\varepsilon}{\mu} = k \frac{z^2}{y}, \tag{4}$$

ou, à cause de (1) et (2),

$$\frac{y}{z^2 \psi\left(k_1 \frac{z}{y}\right)} = k_2 \tag{5}$$

(k_1, k_2 et k étant des constantes).

» L'équation (5) est l'équation de la courbe photographique, qui peut être mesurée directement; on cherche la valeur de k_1 qui rend minimum l'expression

$$\Sigma(k_2 - \overline{k_2})^2,$$

c'est-à-dire la somme des carrés des différences entre les k_2 et leur moyenne arithmétique $\overline{k_2}$.

» Si ces différences sont petites et qu'elles ne montrent pas de marche régulière, on peut regarder la théorie comme vérifiée.

» Les épreuves photographiques qui avaient servi pour ma publication antérieure ne permettaient que des mesures relativement peu précises, parce que l'activité du radium que j'avais employé était trop faible.

» Je dois ma plus grande reconnaissance à M. et Mme Curie qui ont mis à ma disposition quelques parcelles de leur chlorure de radium pur,

(¹) *Voir* W. Kaufmann, *Nachrichten d. Ges. der Wissensch. zu Gött.*, 1902, n° 5.

ainsi qu'à l'Académie des Sciences avec la subvention de laquelle cette matière si rare a été préparée.

» Les plaques obtenues avec cette substance sont assez bonnes pour permettre des mesures d'une précision très satisfaisante.

» Les résultats des mesures de plusieurs plaques ([1]) étaient tout à fait conformes à la théorie de M. Abraham; les écarts moyens ne dépassent pas 1 à 1,4 pour 100.

» On doit donc regarder comme prouvé que *la masse de l'électron est entièrement électromagnétique;* cela veut dire que *l'électron n'est autre chose qu'une charge électrique distribuée sur un volume ou une surface de dimensions très petites* (*environ* 10^{-13} *centimètre*).

» Si l'on calcule $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ on obtient

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1,84.10^7 \qquad \text{(el. magn. un.)},$$

résultat conforme à celui trouvé pour les rayons cathodiques par M. S. Simon ([2]) :

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1,865.10^7. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur une conséquence de la théorie cinétique de la diffusion.* Note de M. **J. Thovert**, présentée par M. J. Violle.

« Le mouvement de la matière diffusante étant considéré comme proportionnel à la vitesse moyenne de la molécule, l'application de la théorie cinétique aux substances dissoutes dans un même dissolvant fait prévoir que, à température constante, le produit MD^2 doit être constant, M désignant la masse de la molécule, D la constante de diffusion.

» Nous avons obtenu, par le procédé d'observation décrit dans une Note précédente, les constantes de diffusion d'un certain nombre de substances non électrolytes, dissoutes dans l'eau.

» Le Tableau suivant rassemble les résultats des expériences, effectuées à des températures voisines de 18°; les constantes de diffusion ont été

([1]) Les résultats seront publiés prochainement dans la *Physikalische Zeitschrift.*
([2]) *Wiedemann's Annalen*, 1899, p. 589.

ramenées à cette température par une correction de 0,03 par degré. Dans toutes ces expériences la concentration moyenne était de 2^g, 5 par litre.

Substances.	M.	$D \times 10^5$.	$MD^2 \times 10^{10}$.
Alcool méthylique	32	1,37	60
» éthylique	46	1,11	57
» allylique	58	0,99	57
» propylique	60	0,98	58
Urée	60	1,01	61
Alcool butylique......	74	0,88	57
» amylique	88	0,88	68
Uréthane	89	0,87	67
Glycérine	92	0,79	57
Phénol	94	0,80	60
Hydroquinone	110	0,73	59
Résorcine	110	0,75	62
Pyrogallol	126	0,66	55
Glucose	170	0,57	55
Mannite	182	0,55	55
Antipyrine	188	0,57	61
Maltose	342	0,41	57
Lactose	342	0,41	57
Raffinose	500	0,355	63

» On constate une assez bonne vérification de la loi cinétique

$$MD^2 = \text{const.}$$

» Il en résulte alors un procédé commode pour la détermination approchée des masses moléculaires, puisque la méthode d'observation que nous avons proposée, de pratique très simple, s'applique à des dilutions suffisantes pour utiliser les calculs de la théorie cinétique, lorsque le corps dissous n'est pas un électrolyte.

» Le procédé a ceci de particulier qu'il comporte seulement des mesures de longueur et de temps, conformément à l'équation de dimensions de la constante de diffusion, L^2T^{-1}. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le méthylanthranilate de méthyle dans l'organisme végétal.* Note de M. **Eugène Charabot**, présentée par M. Haller.

« La présence d'éthers d'acides amidés, l'anthranilate de méthyle et le méthylanthranilate de méthyle, a été signalée déjà dans un certain nombre

d'huiles essentielles. En particulier, M. Walbaum [*Journ. prakt. Chem.*, (2), t. LXII, p. 135] a rencontré un peu de méthylanthranilate de méthyle dans l'essence extraite des zestes de mandarines. Mais jusqu'ici ces substances n'avaient été trouvées qu'en très faible proportion. Mes études sur le chimisme végétal m'ont conduit à examiner l'essence élaborée par la feuille du mandarinier (*Citrus madurensis*) et à constater qu'il s'agit là d'une véritable source naturelle de méthylanthranilate de méthyle.

» Cette essence, obtenue par distillation avec la vapeur d'eau, se présente sous la forme d'un liquide fluorescent, doué d'une odeur forte, déviant de $+6^\circ 40'$ le plan de polarisation de la lumière sous une épaisseur de 100^{mm}. Elle a comme coefficient de saponification 160. Après ébullition avec l'anhydride acétique, en présence d'un peu d'acétate de sodium fondu, le coefficient de saponification s'est trouvé sensiblement réduit. Cette constatation singulière m'a fait soupçonner la présence d'un éther d'acide amidé.

» A 1^{cm^3} d'un mélange renfermant 1^{vol} d'acide sulfurique concentré et 5^{vol} d'éther, j'ai ajouté $0^{cm^3},5$ d'huile essentielle; aussitôt des cristaux se sont formés et finalement le produit s'est pris en masse. Les cristaux ont été essorés rapidement, lavés à l'alcool et à l'éther, puis décomposés par la soude; ils ont donné naissance à une huile qui s'est concrétée par refroidissement avec de la glace.

» Pour isoler la combinaison amidée dont la présence se trouvait ainsi démontrée, j'ai agité 60^g d'huile essentielle avec 250^g d'acide sulfurique à 25 pour 100. La partie insoluble pesait 30^g, ce qui montre que l'essence de feuilles de mandarinier renferme 50 pour 100 environ du composé azoté dont je vais faire connaître la nature. La solution sulfurique a été filtrée, puis additionnée de soude jusqu'à réaction alcaline, en ayant soin de refroidir avec de la glace; l'éther d'acide amidé ainsi remis en liberté a été séparé par agitation avec de l'éther, puis purifié par cristallisation, en refroidissant à -15° sa solution dans l'éther de pétrole.

» Il se présente sous la forme d'une masse cristalline nacrée fusible à $+19^\circ$; ses solutions, même extrêmement diluées, possèdent une superbe fluorescence violacée.

» Soumis à l'analyse, ce corps a fourni les résultats suivants : C, 65,88 pour 100; H, 6,91 pour 100. Ces nombres, ainsi que le point de fusion du composé, correspondent au *méthylanthranilate de méthyle* (calculé pour $C^9H^{11}O^2Az$: C, 65,45 pour 100; H, 6,67 pour 100).

» Pour identifier cet éther d'une façon plus rigoureuse, je l'ai saponifié en le chauffant pendant six heures au bain-marie avec un excès de potasse alcoolique; j'ai ensuite distillé l'alcool et, par addition d'acide acétique, mis l'acide amidé en liberté. Celui-ci a été recueilli sur un filtre, essoré à la trompe et soumis à la cristallisation dans l'alcool bouillant. Il se présente sous la forme d'aiguilles sublimables, fusibles à 179°, communiquant aux divers dissolvants une fluorescence violacée.

L'analyse permet de lui assigner la formule $C^8H^9O^2Az$.

» L'identification de cet acide avec l'*acide méthylanthranilique* a été complétée par la détermination du point de fusion, 186°, de son dérivé acétylé, composé décrit par M. Fortmann (*Jour. prakt. Chem.*, 2e série, t. LV, p. 123).

» Ces observations permettent de conclure que l'essence de feuilles de mandarinier renferme environ 50 pour 100 de méthylanthranilate de méthyle

$$C_6H_4 \begin{cases} COOCH^3 \\ AzH - CH^3 \end{cases}$$

» Jusqu'ici, des proportions aussi notables d'éther d'acide amidé n'avaient jamais été signalées dans les huiles essentielles. L'abondance du méthylanthranilate de méthyle dans un organe, la feuille, de première importance physiologique, permet de supposer que ce corps doit jouer, dans le milieu assimilateur du mandarinier, un rôle des plus intéressants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de bois de Cèdre de l'Atlas.* Note de M. **Émilien Grimal**, présentée par M. A. Haller.

« L'essence dont je me suis occupé a été retirée, par distillation avec de l'eau, du bois de Cèdre de l'Atlas, *Cedrus Atlantica,* variété algérienne du Cèdre du Liban, *Cedrus Libani,* tribu des Abiétinées, famille des Conifères.

» L'échantillon que j'ai soumis à l'analyse présentait les caractères suivants :

» Soluble dans 8,5 parties et plus d'alcool à 90°, dans 115 parties d'alcool à 70° :

Poids spécifique à 15°..................	$d = 0,9508$
Indice de réfraction à 20°................	$n_D = 1,51191$
Pouvoir rotatoire spécifique à 20°........	$[\alpha]_D = +60°32'$

» Indice d'acide libre : 1,16;

» Indice de saponification : 6,92;

» Indice de saponification après acétylation : 33,84.

» L'essence refroidie à —16°, avant comme après acétylation, ne se solidifie pas.

» Un premier essai de distillation, à la pression ordinaire, a fourni 80 pour 100 de distillatum entre 270° et 295°.

» J'ai soumis alors $2^{kg},800$ d'essence primitive à la distillation fractionnée, sous pression réduite (16^{mm}), entre des limites de température de 50° à 175° et j'ai ainsi recueilli six fractions.

» La première partie, la plus volatile, a été soumise, à son tour, à une série de fractionnements à la pression ordinaire. Les parties les plus volatiles, passant entre 55° et 78°, contenaient de l'acétone ordinaire en très faible quantité. De 180° à 215°, il a été recueilli 40^g d'une huile ayant une odeur très pénétrante qui rappelle exactement celle de l'essence primitive.

» Elle contient une cétone $C^9H^{14}O$, qui a été caractérisée par la formation de sa semicarbazone et de son oxime bromée.

» La semicarbazone fond à 159°-160°; les résultats analytiques conduisent à la formule $C^{10}H^{17}OAz^3$.

» L'oxime de cette cétone n'a pu être obtenue à l'état cristallisé; mais, en la soumettant à l'action successive du chlorhydrate d'hydroxylamine et du brome, il se forme des cristaux d'oxime bromée, $C^9H^{15}OAzBr^2$, laquelle fond à 132°-133°.

» Le fractionnement de la portion II, passant entre 132° et 136°, à la pression de 16mm, fournit à la distillation, sous pression ordinaire, entre 271° et 276°, un liquide de densité 0,926 à 15°, dont l'indice de réfraction est 1,5121 et le pouvoir rotatoire +58°34′, et dont l'analyse a donné des résultats compris entre ceux que donnent un sesquiterpène et un alcool sesquiterpénique.

» Pour obtenir le sesquiterpène je l'ai isolé à l'état de dichlorhydrate cristallisé; pour cela, le liquide dextrogyre précédent, dissous dans deux fois son volume d'éther et refroidi par de la glace, a été saturé d'acide chlorhydrique pur et sec. Par évaporation spontanée de l'éther il s'est formé de nombreux cristaux qui ont été essorés à la trompe, puis desséchés sur des plaques poreuses, lavés à l'alcool froid et redissous dans l'éther acétique chaud, d'où ils se sont reformés par refroidissement.

» Ces cristaux constituent le dichlorhydrate de cadinène; ils fondent, en effet, à 117°-118°; le poids moléculaire, déterminé par la cryoscopie en solution benzénique, est 275,6 (calculé 277).

» En chauffant ce dichlorhydrate avec un mélange d'acide acétique glacial et d'acétate de sodium, j'ai régénéré le sesquiterpène, lequel bout à 274°-275°; il possède donc un point d'ébullition identique à celui du cadinène isolé, par Wallach, de l'huile de cade.

» De cette même portion II j'ai obtenu un dibromhydrate cristallisé en aiguilles fusibles à 124°-125° qui est le dibromhydrate de cadinène.

» La cinquième fraction, redistillée à la pression ordinaire, donne, entre 291° et 295°, une huile très épaisse, qui paraît contenir un ou plusieurs alcools sesquiterpéniques dont je poursuis l'étude.

» *En résumé*, j'ai isolé, de l'essence de bois de Cèdre de l'Atlas, du cadinène $C^{15}H^{24}$, une cétone $C^9H^{14}O$ à laquelle l'essence doit son odeur spéciale, et des traces d'acétone ordinaire. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle réaction du formol, permettant sa recherche dans les denrées alimentaires.* Note de MM. **Manget** et **Marion**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« L'emploi du formol se généralisant de plus en plus pour la conservation des substances alimentaires, les efforts des chimistes se sont portés sur la recherche de procédés susceptibles de caractériser sa présence. La plupart agissent sur le produit de la distillation.... Le procédé que nous proposons a l'avantage d'agir directement et d'être plus sensible. Il consiste :

» Pour le lait : A saupoudrer légèrement la surface d'amidol ou d'amidophénol; observer après quelques minutes. Le lait normal, carbonaté ou boraté, développe une coloration saumon. Le lait formolé, une coloration jaune-serin, sensible au $\frac{1}{50000}$.

» Pour les gelées de viande : Prélever dans un tube un peu de bouillon liquéfié; ajouter quelques cristaux d'amidol; agiter. Le bouillon formolé développe une coloration jaune, virant au jaune sale par addition d'une goutte d'ammoniaque. Le bouillon non formolé, une coloration brun rosé, virant au bleu dans les mêmes conditions. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les excitants et les poisons du nerf.* Note de M. **N.-E. Wedensky**, transmise par M. Marey.

« Dans mes premières recherches sur la narcose du nerf, j'ai trouvé que, avant de produire cet état dans le nerf, chaque agent narcotique le fait passer par trois stades successifs : *a*. Le stade de transformation du rythme des irritations appliquées au nerf; *b*. Le stade paradoxal, où la conductibilité des excitations fortes est déjà suspendue, celle des excitations faibles étant encore possible; *c*. Le stade inhibitoire, qui s'exprime par une action déprimante des ondes d'excitation nées dans des points normaux du nerf sur la partie narcotisée. Pendant la restitution du nerf, on voit ces stades se suivre dans l'ordre inverse ([1]).

» Dans mes recherches ultérieures, j'ai constaté que tous *les excitants*

([1]) *Archives de Pflüger*, t. LXXXII : *Compte rendu du XIIIe Congrès international de Médecine à Paris.*

communs, appliqués avec une certaine intensité et une certaine durée, produisent eux aussi, dans le nerf, les mêmes modifications fonctionnelles. En effet, c'est ce qu'on peut reproduire avec l'irritation chimique usuelle, avec les températures plus élevées, avec la faradisation intense et dans la modification électrotonique produite par le courant constant. Tout récemment, le même fait a été établi par M. Sémenoff sur le nerf soumis à une compression mécanique.

» En raison des conditions si différentes qui amènent toutes, dans le nerf, un état tout à fait analogue à la narcose, je l'ai désigné par une dénomination plus générale qui, tout en ne mentionnant pas les causes éventuelles de son origine, ne signale que l'état lui-même : par l'expression de *parabiose*. Au point de vue théorique, je me la représente comme un état d'excitation singulière, locale et stabile, rappelant la contraction idiomusculaire du muscle ([1]).

» Dès lors, il est naturel de poser la question de savoir si tous les agents chimiques, les poisons de toute espèce, quelle que soit leur constitution, peuvent tous être ramenés au schéma indiqué par les recherches précédentes.

» Pour étendre l'étude au plus grand nombre possible de substances chimiques, j'ai invité plusieurs collaborateurs à prendre part à ce travail (Bourdakoff, Chapote, Solovieff, Soudakoff, Vorembsky).

» Le résultat de nos recherches coopératives donne une réponse tout à fait affirmative à la question posée : tous les agents chimiques soumis à cette étude provoquent, dans le nerf, l'état de la parabiose, en le faisant préalablement passer par les trois stades typiques.

» Toutefois, en ce qui concerne le sort ultérieur du nerf, les substances étudiées doivent être subdivisées en deux grands groupes :

» I. Les substances produisant la parabiose révocable;

» II. Les substances produisant la parabiose irrévocable.

» Dans le premier cas, il suffit de faire disparaître l'atmosphère d'un gaz nuisible, ou bien de laver, avec la solution physiologique, la partie parabiosique, pour que le nerf revienne à l'état fonctionnel normal. Dans le deuxième cas, la parabiose passe toujours dans la mort du nerf; néanmoins, en raison de ce que toutes les modifications fonctionnelles qui précèdent l'installation de l'état parabiosique s'observent ici avec les mêmes

---

([1]) *Excitation, inhibition et narcose*; Saint-Pétersbourg, 1901 (*Compte rendu du Ve Congrès international de Physiologie à Turin*).

caractères que dans le premier cas, il est juste de le désigner aussi comme la parabiose.

» Quant à la manière dont s'exprime l'action initiale des substances étudiées, elles peuvent être divisées en trois catégories : *a*. Les substances qui excitent le nerf, avant qu'elles commencent à provoquer l'état de la parabiose; *b*. Les substances qui n'accusent au début de leur action qu'une augmentation de l'excitabilité; *c*. Les substances qui débutent directement par la diminution de l'excitabilité du nerf.

» Cependant, ces catégories ne peuvent pas être rigoureusement délimitées. Une substance de la catégorie *a*, appliquée en solution plus faible, agit comme *b*; ou bien, exerçant son action sur une partie très courte, elle agit comme *b*, tandis que, sur une partie beaucoup plus longue, elle agit comme *a*. Pour les substances de la catégorie *c*, il est toujours possible d'admettre que, elles aussi, appliquées avec une certaine intensité, laisseraient observer une phase, ici très courte, de l'excitabilité augmentée.

» Ces trois catégories se retrouvent d'ailleurs dans les deux grands groupes. Je ne citerai que les exemples les plus caractéristiques :

» I. *a*. Les alcalis, les sels des alcalis, les sels de Ba, St, Ni, Zn; *b*. Vératrine, éther, chloroforme, azotate de Ca, sulfates de Fe, Cu, acétate neutre de Pl; *c*. Ammoniaque, acide phénique, hydrate de chloral, cocaïne.

» De tous les poisons étudiés le nerf se montre surtout impressionnable par la vératrine, qui exerce déjà son action en solutions extrêmement faibles; au contraire, la strychnine, si vénéneuse pour les centres nerveux, n'agit sur le tronc nerveux qu'en concentrations assez considérables et devrait être rangée plutôt dans la catégorie *c*, c'est-à-dire à côté de l'ammoniaque et du phénol. Ces deux substances ont été regardées jusqu'ici comme tuant le nerf sans l'exciter : en réalité, leur action est analogue à celle de la cocaïne.

» II. *a*. Acides organiques et inorganiques, azotate d'argent; *b*. Les mêmes substances dans des solutions faibles; *c*. Sublimé corrosif.

» Les acides à part, les représentants du groupe II sont beaucoup moins nombreux que ceux du groupe I.

» Or, à proprement parler, les substances II devraient seules être envisagées comme vrais poisons du tronc nerveux; ce sont seulement elles qui produisent des altérations irréparables (il s'agit toujours du nerf extrait du corps) de sa constitution chimique et de son intégrité fonction-

nelle. Tous les autres agents chimiques ne diffèrent en rien, dans leur action, des excitants physiques en général, et du plus typique d'entre eux, du courant électrique en particulier. En effet, toute la variabilité de leurs actions se réduirait à ce que, dans certains cas (a), ils exercent leur action à la manière du courant faradique; dans les autres (b et c), à la manière du courant constant s'insinuant très lentement. C'est là plus qu'une comparaison: c'est une formule générale, qui peut nous guider à travers les manifestations si variées dont le nerf soumis à l'influence des agents chimiques est le siège. »

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le centre nerveux qui innerve la périphérie du manteau chez le Pecten.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

« On ne reconnaissait jusqu'à présent comme centres distincts chez les Acéphales que les ganglions cérébroïdes ou sus-œsophagiens, les ganglions pédieux et les ganglions palléo-viscéraux. Les expériences que j'ai faites, cette année, au laboratoire de Roscoff, m'ont permis de constater l'existence d'un nouveau centre distinct des trois précédents. Ce centre nerveux autonome a sous sa dépendance les organes sensoriels, si développés chez le *Pecten,* à la périphérie du manteau. Il est en relation, avec les ganglions cérébroïdes et les ganglions palléo-viscéraux, par des branches nerveuses, chez les sujets normaux; mais, si on l'isole de ces centres, il conserve son intégrité fonctionnelle : on ne peut donc pas l'assimiler à un ganglion de renforcement.

» Ce centre nerveux, qu'on désignait jusqu'ici sous le nom de *nerf périphérique du manteau*, est constitué par un manchon de cellules nerveuses entourant la substance fibrillaire; il représente, à lui seul, une masse au moins dix fois plus volumineuse que tous les autres centres réunis.

» Il est vraisemblable qu'il existe, plus ou moins développé, chez les autres Acéphales et qu'il est homologue au cordon nerveux périphérique que j'ai signalé chez la Fissurelle et que l'on retrouve chez d'autres Gastéropodes archaïques.

» Voici par quelles expériences on peut établir que ce soi-disant *nerf phériphérique du manteau* est un centre autonome.

» Le *Pecten* possédant un manteau ouvert sur toute la face ventrale, on peut, en écartant les valves avec un coin assez épais, apercevoir à l'œil nu les centres que j'appellerai *classiques*.

» *Première expérience.* — Si l'on supprime avec un fer rouge les ganglions palléo-viscéraux, ou si l'on se contente de sectionner à droite ou à gauche le tronc commun que représente l'ensemble des nerfs qui se rendent dans un des lobes du manteau, on constate, dans l'un et l'autre cas, que les organes sensoriels de la périphérie réagissent à l'excitation comme chez le sujet normal.

» *Deuxième expérience.* — Si l'on pratique la même opération sur les ganglions cérébroïdes, le résultat est le même, mais l'animal ne survit que peu de jours à l'opération.

» *Troisième expérience.* — Si l'on sectionne d'un côté le tronc commun des nerfs, se rendant à l'un des lobes du manteau et si l'on isole, en haut et en bas, ce lobe du manteau par deux larges incisions, les organes sensoriels de la périphérie du manteau continuent à réagir à l'excitation, et cela plus de trois semaines après que l'opération a été effectuée.

» On doit noter que cette troisième expérience est la plus concluante, puisque, dans ce dernier cas, le centre nerveux qui innerve la périphérie du manteau se trouve complètement isolé de toute communication nerveuse avec les autres centres.

» L'étude histologique de ce centre, que l'on peut appeler *circum-palléal*, semble confirmer ces résultats, lorsqu'on la pratique sur des animaux opérés depuis 15 jours ou 3 semaines; tous les nerfs qui partent de ce centre pour se rendre aux organes périphériques sont conservés en bon état; ceux, au contraire, qui représentent les branches d'union avec le centre palléo-viscéral semblent en dégénérescence ([1]).

» Si les expériences rapportées plus haut démontrent l'existence d'un centre nerveux autonome, innervant les organes sensoriels du manteau, on ne doit pas en conclure cependant que les ganglions palléo-viscéraux n'innervent pas, eux aussi, le manteau. Rien ne serait plus faux, ainsi que le prouve une dernière expérience.

» Si, au lieu de détruire complètement les ganglions palléo-viscéraux, on supprime le centre nerveux d'un seul côté, l'animal peut survivre à l'opération. En l'ouvrant six mois après on constate que le lobe du manteau correspondant au ganglion lésé est presque complètement atrophié. Il n'est plus représenté, sur le pourtour du muscle, que par une membrane de quelques millimètres, et la portion correspondant au capuchon est seule représentée dans son intégrité.

» Cette expérience prouve que le champ d'innervation des ganglions palléo-viscéraux situés sur le muscle adducteur inférieur ne s'étend pas

---

([1]) Je dis *semblent en dégénérescence* parce que les caractères de la dégénérescence des nerfs chez les Mollusques sont encore trop mal connus pour permettre une affirmation plus catégorique.

sur toute la surface du manteau, puisque le capuchon céphalique est conservé après leur suppression. Cette constatation m'a conduit à étudier, sur des coupes, la disposition des ganglions cérébroïdes et m'a permis de constater que, chez le *Pecten*, chacun de ces ganglions est formé de deux moitiés séparées par un étranglement : la moitié supérieure fournit les nerfs des lèvres et la commissure sous-œsophagienne, la partie inférieure donne l'ensemble des nerfs qui innervent le capuchon.

» D'après ce que l'on sait déjà de la disposition des ganglions palléo-viscéraux chez d'autres Acéphales, tels que *Nucula*, par exemple, on peut en conclure que cette moitié inférieure, regardée jusqu'ici comme faisant partie des ganglions cérébroïdes, représente un ganglion du système palléo-viscéral très rapproché du ganglion cérébroïde. »

ZOOLOGIE. — *L'excrétion chez les Crustacés supérieurs*. Note de M. L. Bruntz, présentée par M. Yves Delage.

« Kovalevsky (1889), dans ses belles études sur l'excrétion par le procédé des injections physiologiques, a découvert chez les Crustacés beaucoup de faits nouveaux et intéressants, mais il a surtout noté les résultats les plus apparents sans beaucoup approfondir, et il a lui-même fait remarquer que ce sujet devait être repris. Jusqu'ici le seul groupe étudié complètement est celui des Décapodes, chez lesquels M. Cuénot (1895) a trouvé trois types d'organes excréteurs : 1° le rein antennaire (saccule et labyrinthe); 2° les reins branchiaux, néphrocytes à carminate accumulés dans les canaux branchiaux; 3° les cellules vacuolaires du foie.

» Mes recherches, faites au laboratoire de Roscoff, ont porté sur tous les autres groupes de Crustacés; j'ai utilisé la même méthode des injections physiologiques de liquides colorés et j'ai pu me convaincre que tous les Malacostracés étudiés possédaient les divers organes excréteurs indiqués pour les Décapodes; j'y ajouterai les reins céphaliques des Edriopthalmes et un organe péricardial chez les Amphipodes.

» 1° *Rein antennaire et rein maxillaire*. — A l'état larvaire on sait que les Crustacés possèdent deux paires de glandes situées : l'une, dans le premier article de la deuxième paire d'antennes; l'autre, dans le segment du corps correspondant à la deuxième paire de mâchoires; à l'état adulte on ne retrouve que rarement les deux glandes (Nébalie); c'est le plus souvent la première qui persiste, tandis que c'est la seconde chez les Isopodes. Mes expériences m'ont permis de constater que, chez tous, l'épithélium du saccule de la glande qui a persisté élimine le carminate, ainsi que le tournesol qui, virant au rouge, indique une réaction acide. Chez la Nébalie les deux

glandes sont fonctionnelles, d'après Claus. Quant au labyrinthe, canal urinaire plus ou moins contourné dans lequel débouche le saccule et qui lui-même s'ouvre à l'extérieur, il a bien probablement un rôle dans l'excrétion, mais il n'élimine aucune des couleurs employées.

» 2° *Reins branchiaux*. — J'ai de même constaté que leur existence était générale. Ce sont des organes clos, de forme variable, constitués par de grosses cellules conjonctives à un ou plusieurs noyaux, à réaction acide et éliminant le carminate.

» Chez les Leptostracés (Nébalie), ils sont situés à la base des lames branchiales et sont, par conséquent, au nombre de huit paires. Les coupes montrent que ces néphrocytes sont localisés dans le sinus sanguin du coxopodite et lui forment un revêtement incomplet, disposition nécessaire pour que le sang puisse avoir libre accès dans les lames respiratoires de l'épipodite et de l'exopodite.

» Ces reins sont plus nombreux chez les Amphipodes (Talitre, *Gammarus, Protella*); ils ont été signalés par Della Valle. On les trouve à la base de chaque anneau du corps; les plus importants sont à la partie antérieure : ils s'avancent dans les lames épimériennes des pattes thoraciques, tandis que, dans l'abdomen, ils ont une tendance à s'étendre en hauteur. Les coupes montrent que ces organes sont situés dans les lacunes qui constituent les vaisseaux péricardiques.

» Les Isopodes possèdent un nombre variable de reins branchio-abdominaux. Il y en a généralement cinq paires; on n'en rencontre que trois chez le Sphérome et une chez l'Aselle. Les néphrocytes qui les composent peuvent être groupées, comme le montrent les coupes, en amas à l'extrémité des lacunes qui constituent les vaisseaux branchio-péricardiques, ou bien les remplir dans toute leur étendue et même s'étendre dans le péricarde et le telson comme chez les Bopyres.

» Les Schizopodes (*Mysis*) possèdent huit paires d'organes analogues; les six derniers sont situés dans les articles coxaux des six pattes thoraciques ambulatoires. Les cellules qui les constituent tapissent seulement le côté interne et un peu les bords des canaux cruro-péricardiques. A la base des deux paires de pattes-mâchoires l'on rencontre deux paires d'amas semblables, plus petits.

» 3° *Reins céphaliques*. — Les injections de carminate d'ammoniaque m'ont révélé, chez les Amphipodes et les Isopodes, un autre organe excréteur clos. Des coupes faites dans la tête, montrent deux amas symétriques de grosses cellules, placées à la base des antennes de la deuxième paire; allongés dans le sens de l'antenne chez les premiers, plus arrondis et plus importants chez les seconds, ils reposent sur la calotte de tissu conjonctif qui forme le sommet de la tête de l'animal. Ils sont bordés latéralement : du côté externe, par l'épithélium articulaire; du côté interne, par le muscle releveur de l'antenne, sur lequel ils sont à cheval. Les cellules qui les constituent ne sont pas analogues à celles des organes précédents.

» 4° *Cellules cardiaques des Amphipodes*. — Chez les Crustacés de ce groupe, des coupes transversales montrent autour du cœur, intérieurement et extérieurement, un tissu spécial composé de grosses cellules éliminant le carminate; on en trouve aussi sur les brides conjonctives qui soutiennent le cœur. Ces cellules excrétrices possèdent aussi la fonction phagocytaire et capturent l'encre de Chine injectée dans le cœlome.

» 5° *Foie*. — Kovalevsky a constaté chez la Squille que le foie élimine l'indigo-carmin. J'ai reconnu la même propriété excrétrice au foie de tous les Malacostracés cités.

L'élimination se fait très rapidement, ce qui montre l'importance du foie en tant qu'organe excréteur. Les cellules hépatiques excrétrices sont les plus petites, à cytoplasme granuleux, renferment quelques vacuoles et correspondent, si l'on peut généraliser, aux *Leberzellen*, de Frenzel. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Cérianthaire pélagique adulte.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les pêches pélagiques pratiquées de juillet à septembre dans l'Atlantique nord, dans la Manche et dans la mer du Nord, donnent fréquemment diverses formes jeunes d'Actinies, que l'on désigne sous le nom d'*Arachnactis* et que l'on considère comme des larves de Cérianthes. La grande expédition scientifique allemande (Plankton-Expédition) de 1889 recueillit à la surface de l'océan Atlantique de nombreuses formes larvaires nouvelles de Cérianthaires, mais aucun individu adulte. Il semble donc que ces animaux abandonnent, à un stade plus ou moins précoce de leur développement, la vie à la surface, pour gagner le fond de la mer où on les drague. Or, en explorant le golfe de Californie, M. Léon Diguet a eu récemment la bonne fortune de capturer des Cérianthes qui nageaient en nombre considérable dans les couches superficielles. Ces actiniaires, qui présentent des caractères non signalés chez les espèces actuellement connues, contiennent, pour la plupart, des éléments reproducteurs parvenus à un état très voisin de la maturité.

» La colonne, éminemment contractile, mesure, chez les exemplaires à l'état de complète extension, de 40^{mm} à 50^{mm}; translucide à l'état vivant, elle est incolore, sauf à l'extrémité inférieure un peu renflée, terminée en pointe mousse et perforée, où l'on observe une légère pigmentation de couleur ocre, de même qu'à la face interne des tentacules labiaux. Les tentacules marginaux, subulés, de même longueur que la colonne et incolores comme elle, sont sensiblement insérés sur un même cercle; ils ne forment pas, en tout cas, des cycles nettement distincts, comme chez certains types du même ordre. Leur nombre varie de 23 à 26; le nombre le plus fréquemment réalisé est 25. Celui d'entre eux qui est situé dans le plan de symétrie et qui correspond au siphonoglyphe, est toujours de dimensions réduites. Les tentacules labiaux sont disposés en deux cycles, autour de l'orifice buccal allongé dans le sens du plan de symétrie. Dans ce plan et du côté du siphonoglyphe, le tentacule labial manque; à l'extrémité diamétralement opposée, cet appendice est rudimentaire. Tous les autres tentacules sont de longueur presque uniforme, cylindriques, alternant régulièrement d'un cycle à l'autre, beaucoup plus courts que les tentacules marginaux. Le plus souvent il y a, de part et d'autre du plan de symétrie, 12 tentacules d'un côté, 11 de l'autre, ce qui fait en tout, avec le tentacule médian, 24 tentacules labiaux correspondant à 25 tentacules marginaux.

» Les cloisons qui s'attachent au siphonoglyphe et que Edouard van Beneden [1], dans son magistral Mémoire sur *Les Anthozoaires de la Plankton-Expedition*, appelle *cloisons directrices*, s'avancent assez loin vers le pôle aboral. Le premier couple de cloisons latérales offre des caractères spéciaux. A la différence de ce qu'on observe chez les Cérianthes les mieux connus (*C. membranaceus* Gmelin, *C. Lloydii* Gosse), elles s'approchent beaucoup moins du pôle arboral qu'un certain nombre de cloisons des couples suivants. Elles se distinguent de toutes les autres par les caractères de leur bord libre. Jusqu'au milieu environ de leur longueur, ce bord présente deux bourrelets de teinte brun foncé, pourvus d'un grand nombre de nématocystes et de cellules glandulaires et séparés par une gouttière médiane; à ce niveau est un court peloton formé par l'entéroïde; au-dessous de ce dernier, le bord libre est mince et simple, comme celui des cloisons directrices et des cloisons stériles.

» Les cloisons du second couple, avec leurs gros pelotons entéroïdaux à la partie supérieure, au-dessous du pharynx, sont plus longues que celles du couple précédent. A partir des cloisons du second couple, les cloisons fertiles et les cloisons stériles alternent régulièrement. Les cloisons fertiles du troisième et du cinquième couple méritent une mention spéciale. Elles sont les plus longues de toutes; elles se distinguent de toutes les autres en ce qu'elles portent, un peu au-dessus de leur extrémité inférieure, un petit renflement dépendant de l'entéroïde et en forme de saucisse. Le double bourrelet pigmenté en brun du bord libre s'arrête au niveau de l'insertion de ce peloton de l'entéroïde. Il s'étend sur une moindre longueur dans les autres cloisons fertiles, qu'il permet de distinguer des stériles à première vue.

» A partir des cloisons du sixième couple, plus longues que celles du quatrième, la décroissance de longueur se poursuit régulièrement jusqu'aux cloisons de formation la plus récente. Les cloisons d'un même couple montrent, en général, une inégalité frappante; cela tient à ce que ces cloisons n'apparaissent pas en même temps, celles de droite étant toujours en avance sur celles de gauche.

» Aucune cloison ne porte de prolongements ramifiés de l'entéroïde, ni de bothrucnides, ni de cnidorages.

» Les caractères des cloisons et en particulier ceux des cloisons directrices et de celles des premier, deuxième, troisième et cinquième couple, différencient nettement ce Cérianthaire de tous ceux qui sont actuellement décrits. Les cloisons ne présentent pas, à proprement parler, la *disposition quatroseptale* que Faurot [2] a mise en évidence chez le *Cerianthus membranaceus*. Elles se laisseraient plutôt grouper en biseptes, simplement.

» De toutes les larves recueillies par le *National*, dans l'Atlantique, c'est de celle décrite par Ed. van Beneden sous le nom de *Dactylactis* que le Cérianthaire dont il est question ici paraît s'éloigner le moins.

---

(1) Edouard van Beneden, *Les Anthozoaires de la Plankton-Expedition*, 1898, avec 16 planches, 1 carte et 59 figures dans le texte.

(2) L. Faurot, *Études sur l'anatomie, l'histologie et le développement des Actinies* (*Arch. de Zool. expér. et gén.*, 3e série, t. III, 1895, p. 43-262, *Pl. I-XII*).

» La découverte de cette forme sexuée nageante, la première qui ait été signalée jusqu'ici ([1]), et dont une étude approfondie sera prochainement publiée, montre que la vie pélagique, qui est la règle dans le jeune âge chez les Cérianthaires, peut persister ou tout au moins réapparaître à l'âge adulte chez certains d'entre eux. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des hydrates de carbone de réserve de l'albumen de quelques Palmiers*. Note de M. **E. Liénard**, présentée par M. L. Guignard.

« Sur les conseils de M. le professeur Bourquelot j'ai étudié la nature des hydrates de carbone de réserve contenus dans les graines de plusieurs plantes appartenant à la famille des Palmiers. J'ai choisi à dessein six graines appartenant à des tribus différentes et les ai traitées par les méthodes d'hydrolyse actuellement connues.

» Ces graines proviennent des espèces suivantes :

» *Areca catechu* L., *Chamærops excelsa* Thunb., *Astrocaryum vulgare* Mart., *Œnocarpus bacaba* Mart., *Erythea edulis* S. Wats, et *Sagus Rumphii* Willd.

» Nous avons d'abord recherché le saccharose par la méthode de M. Bourquelot ([2]), et voici comment nous avons opéré sur les graines de *Chamærops excelsa*.

» 125g de poudre de graines ont été épuisés pendant une demi-heure au bain-marie par 500cm³ d'alcool à 80° bouillant. Après refroidissement le liquide a été ramené à son volume primitif et filtré à la trompe. On a prélevé un volume déterminé de cette solution et, après addition de carbonate de chaux, évaporé en consistance d'extrait mou. Le résidu a été repris à froid par 100cm³ d'eau thymolée saturée, puis on a fait, avec le liquide filtré, les mélanges suivants :

Solution A { Liquide filtré : 20cm³. Thymol en excès.

Solution B { Liquide filtré : 80cm³. Levure de bière tuée par l'alcool et desséchée : 0g,25. Thymol en excès.

([1]) Les exemplaires sexués de 40mm de longueur que Carl Vogt trouva à la surface de la mer, entre l'Écosse et l'Islande, et qu'il rapporta au genre *Arachnactis* [*Des genres* Arachnactis *et* Cerianthus)*Arch. de Biol.*, t. VIII, 1888, p. 1-43, *Pl. I-III*)] sont, en réalité, des *Halcampa*, ainsi que l'a montré Th. Boveri [*Ueber Entwickelung und Verwandtschaftsbeziehungen der Actinien* (*Zeitsch. für wiss. Zool.*, Bd. 49, 1889, p. 461-502, *Pl. XXI-XXIII*)].

([2]) Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 690.

» Ces deux solutions ont été abandonnées à la température du laboratoire (17°) pendant 4 jours; examinées alors au polarimètre ($l=2$) et analysées à la liqueur de Fehling, elles ont donné les résultats suivants :

A	Déviation..................	$+44'$ à $+46'$
	Sucre réducteur pour 100.....	0g
B	Déviation..................	$-46'$ à $-48'$
	Sucre réducteur pour 100.....	0g,961

» Il s'est donc formé 0g,961 de sucre réducteur (sucre interverti) qui représentent à 17°, pour $\alpha_D = -19°,5$ une déviation gauche de $-0°,364$ ou $-0°21',8$; alors que les 0g,912 de saccharose dont ils proviennent représentent une déviation à droite de $+1°,214$ ou $+1°12'$ pour $\alpha_D = +66°,6$.

» Or, s'il y a du sucre de canne dans la solution A, la déviation primitive a dû diminuer de la somme de ces deux déviations, soit de 93'. Et l'observation nous a donné une diminution de 92'; nous pouvons donc conclure à la présence du sucre de canne dans les graines de *Chamærops excelsa*. D'autre part, un essai particulier nous a montré que ces graines ne renfermaient pas de glucoside dédoublable par l'émulsine.

» Pour étudier les autres hydrates de carbone nous avons employé la méthode d'hydrolyse fractionnée.

» *Première hydrolyse.* — Dans un des cas, par exemple celui du *Chamærops excelsa*, on a effectué le mélange suivant :

Albumen séché à 100° (résidu provenant de la recherche du saccharose).	20g
Acide sulfurique..	6g
Eau distillée, quantité suffisante pour...........................	200cm³

» On a porté à l'autoclave à la température de 110° pendant 45 minutes à deux reprises différentes. On a constaté qu'il s'était formé, en tout, 3g,743 de sucre réducteur (exprimé en dextrose), dont 3g,13 de mannose et 0g,166 de galactose.

» *Deuxième hydrolyse.* — Le résidu de l'opération précédente, après avoir été lavé à l'eau distillée, à l'alcool et séché à l'étuve, a été traité de la même façon avec 250cm³ d'acide sulfurique à 4 pour 100 pendant 1 heure 30 minutes. Dans cette opération on n'a obtenu que 1g,611 de sucre réducteur et celui-ci renfermait 1g,400 de mannose et pas trace de galactose.

» Le résidu de la seconde opération a été mis en contact avec de l'acide sulfurique à 75 pour 100; on a ensuite étendu d'eau de façon à avoir une liqueur renfermant 2,5 pour 100 d'acide sulfurique, et l'on a fait bouillir pendant 2 heures.

» La liqueur renfermait 7g,718 de sucre réducteur, dont 6g,871 ont pu être caractérisés à l'état de mannose. Elle ne contenait pas trace de galactose.

» On peut donc admettre, de ce qui précède, que le mannose obtenu provient de mannanes diversement condensées, dont les plus résistantes ne peuvent être hydrolysées que par le procédé Braconnot-Flechsig.

» Si l'on veut obtenir en une seule fois tout le mannose, on peut employer le procédé de MM. Bourquelot et Hérissey.

» Pour cela, on prépare le mélange suivant :

Albumen sec	100g
Acide sulfurique à 70 pour 100	150g

» Au bout de 12 heures on ajoute une quantité suffisante d'eau pour faire 2000cm³. On chauffe ensuite à l'autoclave pendant 1 heure 30 minutes à 110°, en deux fois. Le liquide obtenu renfermait 54g,876 de sucres réducteurs dont 48g,75 de mannose.

» La liqueur ne contenait pas de galactose.

» En résumé 100g de graines ont fourni :

Eau	11g,378
Matières grasses solubles dans l'éther	2,095
Sucre réducteur initial	0
Saccharose	0,912

	Totalité des sucres réducteurs fournis par les trois hydrolyses, dans trois essais comparatifs. A.	B.	C.	Méthode de MM. Bourquelot et Hérissey.
Sucres réducteurs (en totalité) (exprimés en dextrose)	56g,70	55g,85	56g,02	47g,85
Sucres réducteurs caractérisés comme.. mannose..	49,74	49,08	49,48	42,50
Sucres réducteurs caractérisés comme.. galactose .	0,723	0,741	0,730	0

» J'ai opéré de la même façon sur les autres graines et les résultats fournis, comme le montrent les Tableaux suivants, sont à peu près analogues :

	Areca.	Astrocaryum.	Œnocarpus.	Erythea.	Sagus.
Eau	6,312	7,65	1,340	1,038	11,40
Matières grasses	7,25	59,52	1,30	10,30	0,376
Sucre réducteur initial	0,263	0	0	0,221	0
Saccharose	0,336	1,613	0,683	1,061	1,102
Sucres réducteurs (totalité fournie par les hydrolyses successives) (exprimés en dextrose)	31g,45	44g,65	54g,31	41g,88	40,38
Sucres réducteurs caractérisés comme.. mannose..	22g,85	31g,97	41g,77	36	33,72
Sucres réducteurs caractérisés comme.. galactose .	0g,687	0g,758	1g,007	1,005	0g,646

» *Conclusions :* L'albumen des Palmiers renferme donc :

» 1° Assez souvent du sucre réducteur en petite quantité ;

» 2° Du saccharose en faible proportion ;

» 3° Des mannanes diversement condensées et s'hydrolysant successivement ;

» 4° Une galactane. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique des environs d'Alexandrie (Égypte).* Note de MM. **R. Fourtau** et **D.-E. Pachundaki**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Des recherches récentes dans cette région si peu étudiée par les géologues qui se sont occupés de l'Égypte, et les déterminations de nos récoltes par notre savant confrère M. Paul Pallary nous ont permis de constater un certain nombre de faits nouveaux et intéressants à signaler.

» La côte alexandrine, depuis le Mariout jusqu'à Aboukir, est essentiellement formée par trois couches bien distinctes: le calcaire du Mex, le tuffeau coquillier et les sables gréseux à *Helix*.

» Le calcaire de Mex forme depuis le golfe des Arabes une ligne de hauteurs longeant la côte à un demi-kilomètre environ du rivage et disparaît sous le tuffeau coquillier à la hauteur du village de Gabbary, à l'ouest d'Alexandrie. Il est exploité surtout au Mex comme pierre de construction pour la ville d'Alexandrie. Sa position stratigraphique était incertaine jusqu'à ce jour, car on ne lui connaissait, à part quelques Foraminifères cités par Ehrenberg, aucun fossile. Nous y avons découvert une faunule de coquilles microscopiques mêlées à des radioles d'Oursins et à des fragments de Bryozoaires. L'état un peu fruste de nos spécimens n'a malheureusement permis, en général, qu'une attribution générique. Voici l'énumération de nos récoltes: *Rissoa similis*, *Rissoa* sp., *Bittium reticulatum*, *Bittium* sp., *Pleurotoma* sp., *Pyrenella* sp., *Nassa* sp., *Cœcum* sp., *Cardita trapezia*, *Pectunculus* sp., *Corbula* sp., *Arca* sp.

» Le tuffeau coquillier, qui forme la côte et, près du Mex, les quelques rochers connus sous le nom d'*îles des Sirènes*, est une formation littorale grossière, et gréseuse par places: il forme la majeure partie du sous-sol d'Alexandrie et du faubourg de Ramleh jusqu'au cap d'Aboukir et l'île Nelson. Il est en général absolument pétri de débris de Bivalves qui forment par places une véritable lumachelle d'écailles, épaisse de $0^m,15$ à $0^m,25$. On n'y rencontre que très peu de fossiles en bon état et nous ne pouvons citer qu'un *Arca* un peu fruste, très voisin d'*Arca barbata*.

» Les sables gréseux à *Helix* surmontent indifféremment le calcaire du Mex et le tuffeau coquillier, mais surtout ce dernier. Cette couche a été signalée la première fois par Fraas qui avait attribué les fossiles récoltés par lui à *Helix candidula*, d'où il avait conclu à un changement de climat qui, depuis l'époque quaternaire, avait obligé cette espèce des pays froids et pluvieux à émigrer vers des régions plus septentrionales. M. Max Blanckenhorn a contesté depuis la détermination de Fraas qui serait pour lui *H. vestalis* et il aurait récolté en outre dans cette couche *H. pisana* et *Helix* sp. Nous y avons récolté, pour notre part, un bien plus grand nombre de fossiles qui donneront une idée exacte de cette curieuse formation littorale, véritable dune fossile dont les sables agglomérés et formant par places un grès assez résistant contiennent une faune terrestre, vivant encore aujourd'hui aux environs d'Alexandrie, mélangée aux espèces marines rejetées sur la côte par la tempête. Nous n'avons pas retrouvé *H. candidula* dont parle Fraas; en revanche, la liste suivante donnera une idée exacte de

cette formation que l'on peut admirablement étudier aux environs du casino du Mex. Avec de très nombreux exemplaires d'*Helix mexensis* Bgt., nous avons récolté *H. vestalis*, *H. nucula* Parreys, *H. Hamyi* Bgt., *H. Ehrenbergi*, *H.* (*Xerophila*) sp., *Rumina decollata*, *Pupa* sp., *Buliminus Gaillyi* Bgt., mêlés à *Trochocochlea turbiformis* v. Sal., *Cerithium* sp., *Pyrenella conica* Blainv., *Columbella rustica* L., *Nassa Cuvieri*, *Pectunculus pilosus*, *Ostrea lamellosa*, *Parmacella alexandrina* Ehr.

» Cette formation s'étend aussi à l'intérieur du pays où l'un de nous a retrouvé sur les collines, au sud-ouest du lac Mariout, des grès très tendres à *Rumina decollata* et *Helix* sp. La dune ne semble pas avoir pu se maintenir sur les collines du Mex, mais on trouve dans la patine siliceuse qui couvre les parties inexploitées des exemplaires d'*Helix mexensis* et de *Rumina decollata*.

» Nous signalerons enfin un facies particulier de cette formation, que l'on rencontre au bord de l'ancien rivage du lac Mariout au sud du Karm et Sidi Khrer. La dune est là couverte de cristaux de gypse en fer de lance et contient une faune où les espèces marines saumâtres et terrestres sont mélangées, indiquant ainsi les diverses modifications qu'a subies la région; nous y avons récolté : *Donax trunculus*, *Venus verrucosa*, *Tellina incarnata*, *Cardium edule*, *Melania tuberculata*, *Cleopatra bulimoides*, *Paludina unicolor* et *Helix tuberculosa* Conrad.

» Pour nous, le calcaire du Mex représente une formation à la limite du Pliocène supérieur et du Quaternaire inférieur. Malgré leur état un peu fruste, les fossiles semblent différer des espèces vivant aujourd'hui sur la côte et nous sommes plus portés à la dater du Pliocène supérieur. Le Quaternaire inférieur nous paraît être bien suffisamment représenté par le tuffeau coquillier. Quant à la couche à *Helix*, elle appartient sans conteste au Quaternaire supérieur. Au Gabbary, recouverte par la terre végétale et souvent par 3^m à 4^m de détritus de carrière solidement agglomérés, elle paraît, au premier abord, plus ancienne : ce qui peut expliquer l'erreur de Fraas.

» En résumé, la barre rocheuse qui forme la côte Alexandrine et protégea la formation du Delta nilotique contre la haute mer poussée par les vents du nord-ouest est d'époque quaternaire et s'appuie sur des calcaires du Pliocène supérieur; de plus, les espèces fossiles et subfossiles que l'on y rencontre n'indiquent aucunement que le climat à l'époque quaternaire fût différent du climat actuel. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les causes générales d'instabilité sismique dans l'Inde.* Note de **F. de Montessus de Ballore**, présentée par M. de Lapparent.

« Dans les rapides études que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, en attribuant l'instabilité sismique de certaines régions à tel ou tel accident géologique d'origine plus ou moins ancienne, faille ou plissement, je ne prétends pas dire que ces accidents jouent réellement encore lors d'un tremblement de terre, bien que cela arrive, pour les failles notamment, mais seulement que leurs causes antérieures conservent un reste de vitalité sous la forme atténuée de séismes. C'est qu'ils ne sont pas plus que ceux-ci des causes, mais des effets. Aussi les épicentres sont-ils souvent placés latéralement à la faille, c'est-à-dire du côté de l'effort antérieur de rupture ou de plissement, suivant les cas. Et encore ne doit-on pas, pour nier l'influence sismique d'une faille, arguer de l'absence d'augmentation observable du rejet de ses lèvres, cette modification ne se présentant que pour les grands séismes.

» Il faut, en résumé, considérer les tremblements de terre comme le criterium de la survivance ou de la cessation, suivant qu'ils se présentent ici et non là, des efforts dynamiques qui, en des temps plus ou moins anciens, ont donné lieu aux traits géologiques auxquels on les rapporte.

» Dans l'Inde, considérée ici à l'ouest du Brahmapoutre et de l'Himalaya au cap Comorin, l'instabilité sismique est nettement limitée à un petit nombre de régions pour lesquelles on va donner ici les causes géologiques générales, en réservant les détails pour un Mémoire publié par le *Geological Survey of India*.

» Les environs de Caboul, de Kandahar et de Jellahabad sont très instables. Mais, si la géologie de l'Afghanistan est encore bien imparfaitement connue, on sait cependant qu'il s'y rencontre une très importante série éruptive de l'époque secondaire, que les roches porphyriques dont les débris ont formé la plus grande partie du Néocomien ont largement percé le Jurassique, que le Crétacé a été métamorphosé en grand par des granites syénitiques jusqu'à l'Éocène, qu'au moins depuis le Carboniférien le rivage méridional de la mer intermédiaire entre les vieux continents boréal et austral a oscillé au travers de l'Afghanistan, et qu'enfin les chaînes secondaires occidentales ont subi un violent rebroussement qui a formé la muraille de l'Hindou-Kouch. On ne manque donc pas de base pour trouver, au milieu de ces vicissitudes grandioses, l'explication locale des centres d'instabilité.

» La chaîne béloutche du Khojak est très instable, et en 1892 une ancienne faille s'est rouverte près d'Old Chaman, à la suite d'un grand séisme.

» La surrection de l'Himalaya a dû se continuer au moins jusqu'au Pliocène, et ce mouvement gigantesque de l'écorce terrestre ne semble pas encore avoir dit son der-

nier mot. En tout cas, l'instabilité est considérable sur tout son flanc méridional, du Cachemire au Népaul, et de Rawal-Pindi à Davjeeling, tandis que son versant septentrional est très stable. Plissements, failles, injections plutoniques, actions dynamométamorphiques, etc., rien ne manque comme causes locales d'instabilité. On se contentera de dire ici que, si la grande faille Muzafirabad-Murrec-Kohat semble avoir une influence sismique évidente, cela est moins net pour celle de Konain-Mudhaul; enfin le Salt Range est aussi instable que devait le faire prévoir la complexité de ses dislocations tectoniques.

» Le grand synclinal, maintenant recouvert par les dépôts de l'Indus et du Gange, et par où a passé pendant de longues périodes le rivage méridional de la mer qui bordait au nord le vieux continent gondwanien, est plutôt stable, sauf en certains points où quelques séismes décèlent des dislocations cachées sous les alluvions. En tous cas, ceux de Delhi ne doivent pas être attribués aux plissements présiluriens trop anciens de l'Aravali Range, chaîne absolument stable, ni à la grande faille entre la Chamba et la Jomna.

» D'une façon générale, le bas Indus est très instable. Le centre sismique secondaire Shapoor-Jacobabad doit être attribué aux dislocations des Murri-Hills. C'est par le bas Indus que la mer jurassique a entraîné le continent gondwanien, dont l'affaissement se joint ici aux plissements postcrétacés du Sindh, comme phénomènes survivant sous formes de séismes. C'est là qu'en 1819 s'est formée sismiquement la grande faille de l'Allah-Bund dans le Rann de Catch.

» L'instabilité disparaît dans la presqu'île de Kathyawar, pour renaître de l'autre côté du golfe de Cambay, d'Ahmenabad à Bombay et jusque dans le Khandesh. Si de sérieux indices de soulèvements récents se montrent sur les rivages de ce golfe, comme ces mouvements superficiels semblent rarement liés directement à l'instabilité sismique, on en est réduit à invoquer très hypothétiquement les dislocations fort anciennes à la suite desquelles la mer vindhyenne ayant, dans les basses vallées de la Tapti et de la Nerbudda, entamé le massif archéen, a ensuite laissé s'effectuer les dépôts gondwaniens d'origine terrestre, ou bien les dislocations de ces mêmes couches entre les inférieures et les supérieures. Une telle suggestion doit d'ailleurs être faite sous les plus expresses réserves.

» Il semble bien que les immenses coulées de laves du Dekkan nord-est correspondent à une émission fort tranquille. Cette absence de paroxysmes se continue de nos jours, par l'extrême rareté des séismes dans toute la pénéplaine archéenne de l'Indoustan, et concorde aussi avec l'énorme durée depuis laquelle la presqu'île au sud des bouches de l'Indus et du Gange forme une masse continentale. Cette stabilité sismique est un fait d'ordre très général, commun aux grandes coulées analogues de l'Atlantique boréal et du nord-ouest de l'Amérique, comme aussi aux fragments du continent gondwanien, Arabie et Afrique.

» Quelques rares séismes de la côte de Malabar et de Ceylan peuvent correspondre à une survivance atténuée des efforts qui ont effondré une partie de l'océan Indien, tandis que ceux, tout aussi rares, du flanc sud-est des Nilgherry et des collines de Cardamum se rattachent peut-être à l'invasion de la mer tertiaire supérieure, tant aux environs de Quillon que dans la basse vallée de la Cauwery.

» Enfin, les ghates de Vellakonda sont assez instables, relativement du moins, sur leur flanc oriental seulement. Formant un grand croissant de strates vindhyennes, elles ont été, à l'époque carboniférienne, plissées par un effort venant de l'est et sont tombées à l'ouest dans une grande faille de l'Archéen, ce qui les a sauvées de la dénu-

dation. Les séismes ne se manifestant guère que sur leur flanc oriental, on peut les attribuer à une survivance de l'effort de plissement, mais non de celui de rupture.

» Tant pour l'Himalaya que pour les chaînes afghanes et béloutches, aussi bien pour les gathes de Vellakonda que pour la pénéplaine indoustanique, la loi de plus grande instabilité du versant le plus raide se vérifie, car c'est le plus disloqué.

» On notera enfin que ni les volcans éteints découverts par Mac-Mahon dans le Béloutchistan, ni ceux des environs du grand coude du Gange, ne coïncident avec des régions instables. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau procédé destiné à faciliter l'écriture et le calcul aux aveugles* (¹). Note de M. **Dussaud**, présentée par M. Ad. Carnot.

« J'ai l'honneur de présenter les résultats obtenus avec un nouveau procédé destiné à faciliter l'écriture et le calcul aux aveugles. Ce procédé consiste dans l'emploi d'une machine à écrire, simple et portative, que je viens de réaliser de la manière suivante :

» Une plaque rectangulaire horizontale reçoit la feuille de papier qui y est fixée par deux pointes.

» Cette plaque rectangulaire possède en dehors du papier, sur chacun de ses bords verticaux, 22 trous équidistants et se correspondant deux par deux.

» Une règle plate, munie aux extrémités de sa partie inférieure de deux pointes s'ajustant dans les trous des bords verticaux de la plaque rectangulaire, peut être amenée successivement dans 22 positions horizontales correspondant à 22 lignes d'écriture sur la feuille de papier. Cette règle plate, qui glisse sous le papier en le dépassant de chaque côté, porte 132 petits cônes; de plus, elle est reliée par une charnière à une crémaillère qui vient la recouvrir au-dessus du papier.

» Cette crémaillère a 22 dents correspondant aux 22 distances nécessaires à la formation d'une lettre. Sur cette crémaillère glisse un petit chariot portant 6 leviers terminés par des touches. Ces leviers abaissent à volonté 6 clefs de montre sur le papier, lequel se trouve embouti entre lesdites clefs de montre et les petits cônes qui se trouvent au-dessous de lui.

» A chaque lettre écrite, le chariot est avancé d'une dent sur la crémaillère.

» L'aveugle peut donc avec 6 doigts, par le choix des leviers nécessaires, obtenir d'un seul coup et en relief tous les signes de l'écriture, du calcul et de la musique, puisqu'ils sont formés de 6 points au plus.

» L'aveugle a toujours devant lui ce qu'il a écrit, il peut se relire et se corriger à mesure, ainsi que calculer. »

La séance est levée à 4 heures. G. D.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 10 février 1902, t. CXXXIV, p. 375.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 OCTOBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Études sur la terre végétale.* Note de M. Th. Schlœsing.

« Dans ma Communication du 17 mars de cette année j'ai présenté les résultats d'une étude sur la répartition de l'oxyde de fer entre les éléments minéraux de diverses terres végétales, classés en plusieurs lots selon l'ordre décroissant de leurs dimensions, et j'ai montré que la proportion de cet oxyde croît rapidement dans la série des lots, à mesure que les dimensions des éléments diminuent, ce qui m'a conduit à supposer que l'oxyde de fer se trouve, au moins en partie dans les terres où il abonde, et même en totalité dans celles qui n'en renferment que quelques centièmes, à l'état d'enduit revêtant toutes les surfaces apparentes des éléments.

» L'idée qu'une même substance peut enrober tous les éléments minéraux d'un sol n'est pas nouvelle. Depuis longtemps M. Masure a mis ce fait en évidence pour des matières organiques de couleur brune procédant du terreau; il a montré que ces matières sont si bien fixées sur les surfaces des éléments qu'elles n'en peuvent être détachées ni par des lavages avec l'eau ou avec des acides étendus, ni par les frottements produits au cours des séparations mécaniques.

» Les démonstrations de M. Masure remontent à une époque où les notions sur la constitution des argiles, qui ont permis de perfectionner le classement des éléments des sols par ordre de grandeur, n'étaient pas encore acquises; aussi sont-elles très sommaires, comme la méthode de lévigation employée par l'auteur. Après avoir séparé les cailloux et gra-

viers, et détruit le calcaire par un acide étendu, M. Masure divisait ses terres en deux lots, l'un sableux, l'autre argileux; après les avoir séchés et pesés, il les calcinait en vase clos d'abord pour prouver l'existence d'une matière organique par l'apparition d'une couleur variant du gris au noir et due à du charbon, puis il achevait la calcination à l'air et dosait les matières organiques par les pertes de poids.

» Me proposant d'étendre à d'autres substances la faculté d'enrober les éléments des sols, j'ai pensé qu'il serait utile de confirmer d'abord les observations de M. Masure, par quelques expériences dans lesquelles je mettrais à profit les progrès de l'analyse des terres. Je vais parler brièvement de ces expériences.

» Au cours de mes récentes recherches sur la répartition de l'oxyde de fer parmi les éléments des sols j'avais toujours observé que, après la dissolution de l'oxyde par l'acide chlorhydrique bouillant, mes lots prenaient des teintes grises d'autant plus foncées que les dimensions des éléments étaient moindres.

» Ces teintes étaient dues uniquement à la matière organique, car tous les lots devenaient blancs après leur calcination au contact de l'air. Ainsi, la proportion de cette matière, à en juger par les colorations, allait en croissant dans les séries des lots, à mesure que décroissaient les dimensions des éléments. Mais des observations fondées sur une coloration ne sont pas assez probantes, parce que les sols contiennent, outre la matière brune enrobant ses éléments, un grand nombre de parcelles de terreau qui se distribuent entre les lots et peuvent se trouver en plus grande abondance dans les éléments les plus fins.

» Je me suis donc attaché à affranchir mes lots de ces parcelles; cela est facile pour les sables qui se déposent au cours d'une première heure de repos : agités avec peu d'eau dans une capsule, ils se réunissent au fond avant le terreau qui peut être dès lors entraîné par des lavages superficiels; mais le lot qui se dépose de la première à la vingt-quatrième heure ne se prête pas à cet entraînement, il contient beaucoup de terreau extrêmement fin que je n'ai pu réussir à séparer du sable. Quant aux éléments qui demeurent encore en suspension après 24 heures et qui constituent l'argile dite *rurale*, ils sont à très peu près dépouillés de terreau; mais il faut se garder de les précipiter en les coagulant avec un sel de chaux ou un acide étendu, sous peine d'entraîner avec eux l'humate alcalin qui les accompagne. On doit recourir au chlorure de potassium (5^g par litre de liquide) qui coagule l'argile sans précipiter l'humate.

» Il reste à sécher tous les lots et à y déterminer les proportions de matière organique, non par les pertes de poids dues à la calcination, mais par une méthode directe, en brûlant des poids connus de ces lots dans un tube à oxyde de cuivre, et dosant l'acide carbonique produit. On peut admettre, sans erreur importante, que la matière organique consumée contenait 50 pour 100 de carbone.

» En pratiquant les opérations que je viens de résumer sur des terres de natures diverses, j'ai eu la satisfaction de confirmer, de la façon la plus nette, les observations de M. Masure. A titre d'exemple, et pour fixer les idées sur la progression de la matière organique enrobante en sens inverse des dimensions des éléments, je citerai les résultats que m'ont fournis les sous-sols de deux terres, celle de Boulogne-sur-Seine très riche en calcaire et celle de Neauphle-le-Château, argilo-sableuse, qui en est presque dénuée. Ces terres ont été largement fumées depuis longtemps et sont très riches en terreau; mais leurs sous-sols en sont beaucoup moins pourvus et, par conséquent, se prêtaient mieux aux démonstrations que j'avais en vue.

Sous-sol de la terre de Boulogne.

	Poids employé pour l'analyse.	Acide carbonique trouvé.	Pour 100 de matière : Carbone.	Matière organique.
	g	mg		
Sable grossier déposé en 10 secondes..	2,917	11	0,2	0,40
Sable fin déposé en 5 minutes........	1,718	20,7	0,33	0,66
Sable très fin déposé en 1 heure......	1,625	71,8	1,20	2,40
Sable surfin déposé en 24 heures......	1,638	235,5	3,92	7,84
Argile restée 24 heures en suspension..	1,141	114,4	2,73	5,46

Sous-sol de la terre de Neauphle.

Sable grossier déposé en 10 secondes..	3,596	9,7	0,073	0,15
Sable fin déposé en 5 minutes........	3,233	10,6	0,089	0,18
Sable très fin déposé en 1 heure......	2,545	32,4	0,350	0,70
Sable surfin déposé en 24 heures......	1,657	216,8	3,560	7,12
Argile restée 24 heures en suspension..	2,255	171,0	2,070	4,14

» Comme je devais m'y attendre les doses de matière organique ont été considérablement exagérées par la présence du terreau dans les lots de sable déposé en 24 heures, mais tous les autres chiffres se rangent bien en deux progressions rapides, de 0,4 à 5,4 pour une terre, de 0,15 à 4,14 pour l'autre.

» Je vais maintenant essayer d'expliquer la formation sur les surfaces des éléments des sols et la persistance d'enduits composés des substances extrêmement peu solubles, telles que la matière organique brune, l'oxyde de fer, et d'autres encore.

» Il semble évident que le phénomène s'est produit au sein de l'eau et par son intermédiaire, c'est-à-dire que les matières destinées à former les enduits ont d'abord été dissoutes, puis déposées sur les éléments des sols.

» Je commence donc par considérer la dissolution existant dans une terre végétale. Elle contient des composés franchement solubles, comme les nitrates, les chlorures, et d'autres très peu solubles ou même réputés insolubles : la matière brune qui procède du terreau, les carbonates et bicarbonates de chaux, de magnésie; des phosphates terreux, de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de fer, de l'oxyde de manganèse. Son volume varie continuellement, sous les influences contraires de l'évaporation et des apports d'eaux de pluie ou d'irrigation. Pendant les variations de son volume, les composés très solubles, presque toujours en quantités relativement faibles, demeurent dissous en totalité, sauf le cas de sécheresse extrême; mais il en est autrement des substances très peu solubles.

» Le sol en possède des réserves qui sont considérables par rapport aux quantités de ces substances existant à l'état dissous, et ces réserves sont partout disséminées, en sorte que la dissolution est, pour ainsi dire, en tout point en contact avec elles, et tend constamment à s'en charger dans les mêmes mesures. C'est ce qu'a observé et expliqué M. Schlœsing fils, en ce qui concerne l'acide phosphorique dissous.

» Dans de telles conditions, la dissolution, toujours à peu près saturée des substances très peu solubles, doit en laisser déposer ou en dissoudre davantage, selon qu'elle est en voie de diminution ou d'accroissement de volume. On conçoit sans peine que, pendant les périodes de diminution, les substances qu'elle abandonne se déposent sur les surfaces des corps qu'elle baigne, c'est-à-dire sur les éléments du sol, sous la forme de couches extrêmement minces. Mais ces couches seraient éphémères et disparaîtraient pendant les périodes d'accroissement, si quelque cause n'intervenait pour les maintenir.

» Cette cause, je la vois dans une certaine attraction exercée par les éléments du sol sur les substances déposées à leurs surfaces. Je n'ai pas besoin de lui prêter l'énergie de celle qui préside aux phénomènes de teinture, où des matières colorantes solubles perdent absolument toute solubilité

en se fixant sur des fibres. Il suffit qu'elle agisse à la façon de la capillarité, quand celle-ci, attirant les couches très minces d'eau qui enveloppent les particules d'un corps en poudre humide, diminue leur tension de vapeur. Que l'attraction supposée diminue, si peu que ce soit, la solubilité des substances déposées sur les éléments d'un sol, il n'en faut pas plus pour que l'on comprenne la formation des enduits dont il s'agit.

» Car du moment que les substances déposées sur les éléments du sol sont devenues moins solubles, la dissolution s'est trouvée plus que saturée à leur égard, et quand son volume est entré en accroissement, c'est à leurs réserves qu'elle s'est adressée pour compléter son approvisionnement; et ainsi, par des alternatives d'emprunts faits aux réserves et de dépôts sur les éléments du sol, un transport s'est établi des unes aux autres, jusqu'à ce que l'enrobage ait acquis l'épaisseur au delà de laquelle l'attraction n'a plus agi.

» L'hypothèse sur laquelle reposent ces explications se prête à des vérifications expérimentales ; il est, en effet, fort possible d'enrober artificiellement des sables ou les éléments d'une argile avec des quantités déterminées d'alumine, d'oxyde de fer, de silice, de phosphate peu soluble... et de voir si la solubilité de ces substances dans des dissolvants appropriés est modifiée par l'état physique qu'on leur a imposé.

» J'ai exécuté dans cette voie quelques essais qui m'encouragent à poursuivre ce nouveau genre d'études; j'aurai l'honneur d'en rendre compte à l'Académie quand ils me paraîtront dignes d'être publiés. »

BIOLOGIE. — *Sur le mode d'action de l'acide carbonique dans la parthénogenèse expérimentale.* Note de M. **Yves Delage**.

« J'ai montré dans la Note précédente (séance du 13 octobre 1902) que l'acide carbonique communiquait à l'eau de mer dans laquelle il est dissous la propriété de faire développer parthénogénétiquement les œufs vierges d'*Asterias*. Il y avait intérêt à déterminer par laquelle de ses propriétés cet agent intervient pour produire les effets observés.

» CO^2 est acide, anesthésique, il n'entretient pas la respiration, il augmente la pression osmotique de l'eau dans laquelle il est dissous. Examinons-le successivement sous ces divers aspects.

» 1. *Acidité.* — Parmi les acides, HCl seul, employé à dose extrêmement faible (1 pour 5000 à 10000), détermine la parthénogenèse chez les Asté-

ries. Mais son action est incomparablement moins efficace que celle de CO^2. Les autres acides que j'ai essayés n'exercent aucune action de ce genre. L'acidité seule ne suffit donc pas à déterminer la parthénogenèse.

» 2. *Anesthésie*. — J'ai essayé les autres anesthésiques : le chloroforme, le chloral, la morphine, la cocaïne, même l'acide phénique. Aucun ne m'a donné de résultats.

» Pour être sûr d'employer des doses suffisantes et non exagérées, j'ai fait des essais gradués jusqu'à ce que j'aie trouvé la solution la plus forte qui n'altère pas les œufs et la plus faible qui manifeste encore une action. La dose critique est obtenue quand, dans une même solution, on a une partie des œufs impressionnée par le réactif et l'autre non modifiée. Or, toujours les œufs non modifiés (en ce qui concerne l'aspect microscopique) ont été incapables de se développer parthénogénétiquement, et les œufs impressionnés ont été tués.

» On pourrait objecter que ce qui est anesthésique pour un animal peut ne pas l'être pour d'autres et que CO^2 peut produire, en tant qu'anesthésique, des effets que les autres anesthésiques ne produiraient pas parce qu'ils ne seraient pas anesthésiques pour les œufs en expérience. Cette objection ne serait pas fondée, car le chloroforme, le chloral, la cocaïne sont anesthésiques pour la généralité des Invertébrés à l'état adulte; et, en ce qui concerne les œufs d'Échinodermes, Hertwig a montré que le chloroforme les anesthésie effectivement et les met en état d'accepter la polyspermie.

» 3. *Asphyxie*. — Ce n'est pas simplement en contrariant la respiration des œufs que CO^2 agit, car l'eau de mer privée d'air par ébullition et ramenée à la concentration normale par addition d'eau distillée bouillie ne fait point développer les œufs.

» 4. *Pression osmotique*. — Pour reconnaître si c'est en augmentant la pression osmotique, comme on l'a dit pour les agents salins, que CO^2 fait développer les œufs, j'ai annihilé cette augmentation de pression par addition d'eau distillée. Il en faut, au plus, 13 pour 100. Or une addition de 15 pour 100, non seulement n'empêche pas la parthénogenèse, mais la favorise. Le réactif fournit dans ces conditions des larves plus belles, plus parfaites que la solution non diluée.

» *Détermination de la quantité d'eau distillée nécessaire*. — Dans le siphon, où la pression est, paraît-il, de 5^{atm} à 6^{atm}, l'eau doit contenir, par litre, 5^l à 6^l de CO^2. Quand elle est versée dans le vase où sera faite l'expérience, la plus grande partie se dégage tumultueusement, mais on sait bien qu'il en reste une notable quantité et qu'un temps fort long est nécessaire pour que la teneur touche à la quantité insignifiante correspondant à la pression de CO^2 dans l'air quand l'équilibre est établi. Le calcul ne nous renseigne pas à cet égard : il faut des dosages. Ils ont été faits par mon fils, M. Marcel Delage, par le procédé à l'eau de baryte.

» Après 3 minutes, le liquide non agité contient, par litre, $3^g,48$; après 30 minutes

il en contient 1g,71; après 1 heure, 1g,36. L'agitation et la filtration hâtent le dégagement.

» Admettons que l'eau contienne 3g,5, chiffre supérieur au maximum observé. La solution normale contenant 44g, la concentration du liquide qui en contient 3g,5 est $\frac{3,5}{44} = 0,080$; et, comme il n'y a pas d'ionisation, ce chiffre vaut pour la pression osmotique. La pression de l'eau de mer naturelle étant, d'après les données de Loeb, 0,625, celle de la solution carbonique est 0,705. Pour la ramener à 0,625 il faut ajouter une quantité d'eau distillée x telle que $\frac{705}{1000 + x} = \frac{625}{1000}$; d'où $x = 128$. Disons 130 pour tenir compte de ce que CO^2 en se dissolvant passe, peut-être, à l'état de CO^3H^2 et, pour cela, retire à la solution 18g d'eau distillée pour 44g de CO^2, soit 1g,44 pour 3g,5 de CO^2.

» On voit qu'en ajoutant 13 pour 100 d'eau distillée on rend la pression du liquide immédiatement inférieure à celle de l'eau de mer normale; et cette infériorité va en s'accroissant rapidement jusqu'à la fin de l'expérience.

» Augmentant la quantité relative d'eau distillée, j'ai constaté que, jusqu'à 20 pour 100 (correspondant, par rapport à la pression de l'eau de mer normale, à un abaissement de pression de plus de 6 pour 100) cette addition est favorable, en ce sens que les larves mettent moins de temps à parvenir au stade *Auricularia*. Pour qu'un effet nocif se fasse sentir il faut mettre plus de 30 pour 100 d'eau distillée (produisant un abaissement de pression de plus de 13 pour 100).

» Il est ainsi démontré que ce n'est pas en accroissant la pression osmotique que CO^2 détermine la parthénogenèse.

» Comment donc agit-il?

» Dire, comme on l'a fait pour les ions métalliques, qu'il intervient par une action *spécifique* (stimulante) ou *catalytique* (accélératrice), c'est répondre par un mot là où il faudrait une idée. Mieux vaudrait avouer que nous n'en savons rien.

» Toutes les théories dans lesquelles on explique la parthénogenèse par une action excitante ou accélératrice de l'agent qui la détermine sont passibles d'une même objection fondée sur ce fait que l'évolution de l'œuf ne se produit pas dans le réactif (sauf, dans quelques cas, un petit nombre de segmentations, comme aussi d'ailleurs, à la longue, dans l'eau de mer normale), mais seulement après qu'il a été remplacé par l'eau de mer naturelle. Or ce n'est pas là le mode habituel des excitants ou des agents quelconques produisant leurs effets par une action directe. Ce n'est pas après avoir été éliminés de l'organisme que la caféine, l'alcool, la morphine, la cocaïne produisent leurs effets bien connus. Ce qui se produit,

dans le cas de l'*Asterias* tout au moins, le seul que je veuille examiner ici, c'est une action inhibitrice, un arrêt de la division commencée.

» C'est, en effet, au moment où les œufs sont en voie de division pour l'expulsion des globules polaires que je les place dans le réactif, et là, la division s'arrête, par suite d'une action non excitante, accélératrice, mais, au contraire, inhibitrice, stupéfiante : il y a suspension de l'activité caryocinétique. Puis, quand l'œuf est replacé dans l'eau naturelle, CO^2, qui n'a produit aucune altération profonde, s'élimine rapidement et l'œuf reprend son activité. Il avait commencé à se diviser, il continue à le faire; mais, comme il n'est plus dans l'état très spécial et très précis qui est la condition des divisions maturatives et de l'expulsion des globules polaires, il fait une division ordinaire; au lieu d'achever une division très inégale qui fournirait un globule polaire, il fait une division égale suivie de toute une série qui se poursuit et constitue la segmentation.

» En faveur de cette opinion je ferai valoir ce fait que : après traitement par le réactif, les œufs n'ayant pas commencé à se diviser, ayant leur vésicule germinative intacte, ne se développent pas; ceux qui sont à une phase *quelconque* des *deux* divisions maturatives, évoluent; ceux qui *viennent d'achever* leur maturation, qui ont émis leurs deux globules mais dont le pronucléus ne s'est pas reconstitué à l'état de repos, évoluent aussi; enfin, ceux qui ont émis leurs deux globules depuis quelques heures, et dont le noyau est retombé en état d'inertie, ne se développent pas.

» Les agents parthénogénétiques, quels qu'ils soient, agissent comme des *poisons temporaires;* ils sont efficaces dans la mesure où ils jouissent de cette double qualité. Ceux qui ne sont pas assez nocifs pour arrêter la maturation sont inefficaces, ceux qui sont des poisons trop forts ou dont l'action est permanente ou simplement de trop longue durée tuent les œufs. CO^2 est un agent parfait parce qu'il empoisonne complètement les œufs, mais que son action est absolument passagère, qu'il s'élimine complètement et ne laisse après son élimination aucune altération du protoplasme.

» C'est une théorie basée sur l'observation des phénomènes, mais ce n'est qu'une théorie; qu'on la prenne pour ce qu'elle vaut. En tout cas, elle ne s'applique pas au cas où les œufs qui se développent parthénogénétiquement sont complètement mûrs et à l'état de repos au moment de leur immersion dans le réactif, comme c'est le cas pour les Oursins. Mais chez eux, CO^2 ne réussit absolument pas. J'examinerai ultérieurement le mode d'action des solutions salines et en particulier de celles au chlorure de manganèse sur les œufs de cette catégorie. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Protozoaires parasites d'une Tortue d'Asie (Damonia Reevesii).* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil**.

« La Tortue d'eau qui domine de beaucoup sur le marché de Paris est *Emys lutaria;* au mois de juillet dernier nous avons acheté, à Paris, des Tortues d'eau qui différaient beaucoup par leurs caractères extérieurs de *Emys lutaria* et qui, au dire du marchand, provenaient de Ceylan. Une de ces Tortues a été remise pour la détermination au laboratoire de M. le professeur Vaillant au Muséum. D'après M. le Dr J. Pellegrin, il s'agit de *Damonia Reevesii* Gray, espèce asiatique mais plutôt originaire de Chine ou du Japon que de Ceylan. Il se peut fort bien que le renseignement fourni par le marchand sur la provenance des Tortues soit inexact.

» Nous avons trouvé chez ces *Damonia* plusieurs Protozoaires parasites : deux Hémogrégarines, un Trypanosome parasite du sang, une Coccidie du tube digestif, une Myxosporidie parasite des reins.

» La Myxosporidie nous a paru être identique à *Myxidium Danilewskyi*, très commun dans les reins de *Emys lutaria* et décrit par l'un de nous ([1]); les autres parasites appartiennent à des espèces nouvelles.

» L'une des Hémogrégarines appartient à une espèce très voisine de *H. Stepanowi*, parasite commun de *Emys lutaria;* nous lui donnerons le nom de *H. stepanowiana;* l'autre espèce diffère notablement des Hémogrégarines ordinaires des Reptiles et des Chéloniens; nous lui donnerons le nom de *H. rara*.

» *Hæmogregarina stepanowiana* n. sp. — Les formes jeunes, endoglobulaires, ont la plus grande ressemblance avec les formes jeunes de *H. Stepanowi*. Le parasite se présente sous l'aspect d'éléments ovalaires ou réniformes (*fig.* 1); lorsque le parasite augmente de volume, le noyau de l'hématie est souvent refoulé (*fig.* 2). Sur les préparations colorées on distingue, à la partie moyenne de chaque élément parasitaire, un noyau constitué essentiellement par des granulations de chromatine de volume variable. Le protoplasme est finement granuleux.

» En examinant des éléments parasitaires endoglobulaires ou libres, *arrivés à leur développement complet*, on arrive facilement à se convaincre que cette Hémogrégarine diffère notablement de *H. Stepanowi*.

» *H. Stepanowi* se plie exactement en deux dans l'hématie qui la renferme et le noyau, très allongé, se trouve presque toujours au niveau de la courbure. Après sa

(1) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 8 janvier 1898.

sortie de l'hématie, l'Hémogrégarine a l'aspect d'un vermicule de 30µ à 40µ de long sur 3µ à 4µ de large. Le noyau de l'hématie hôte est refoulé, non hypertrophié, en général. *H. stepanowiana* ne se plie pas exactement en deux; l'une des parties est toujours plus longue et plus large que l'autre; le noyau se trouve dans la partie la plus longue, jamais au niveau de la courbure (*fig.* 3); devenu libre, le parasite a l'aspect d'un vermicule plus large à l'une des extrémités qu'à l'autre; la longueur est de 18µ à 20µ,

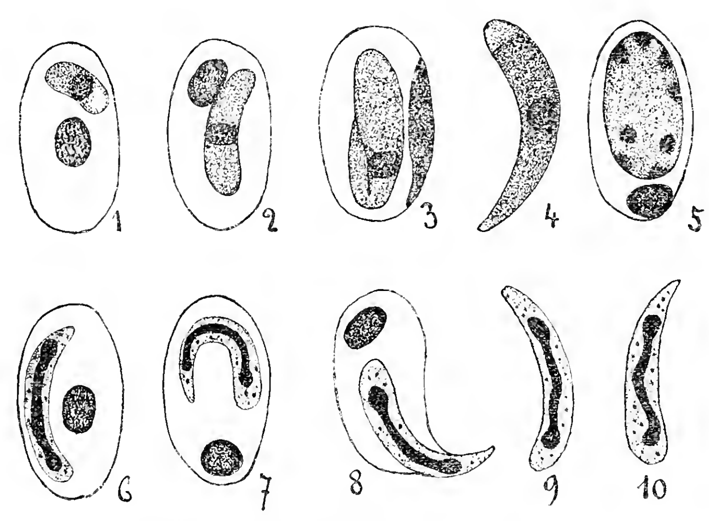


Fig. 1 à 5. — *H. stepanowiana.* (Gr. 1500 D.)
Fig. 6 à 10. — *H. rara.* (Gr. 1500 D.)

la largeur, dans la partie la plus épaisse, de 5µ environ. Le parasite est donc beaucoup plus court et plus large que *H. Stepanowi*. Dans le sang frais, les mouvements ont une grande analogie avec ceux de *H. Stepanowi;* il se forme des étranglements qui semblent se déplacer d'avant en arrière. Sur les préparations colorées on distingue, dans le protoplasme, des granulations incolores et, dans l'intervalle, de nombreuses granulations chromatiques. A l'extrémité arrondie il existe souvent un espace plus clair, dépourvu de granulations. Le noyau est arrondi ou ovalaire et son grand axe est souvent perpendiculaire à celui de l'Hémogrégarine. Le noyau de l'hématie hôte est souvent hypertrophié (*fig.* 3).

» On ne trouve pas, dans le sang, de formes de multiplication; dans des frottis du foie convenablement colorés, ces formes sont nombreuses; elles ont la plus grande analogie avec les formes de multiplication endogène de *H. Stepanowi* qui, elles aussi, s'observent principalement dans le foie [1]. Les éléments qui vont se multiplier prennent, dans l'intérieur des hématies, une forme ovalaire; le noyau se divise en deux, puis en quatre et en huit (*fig.* 5); le protoplasme se divise alors et les éléments de nouvelle formation deviennent libres; l'hématie disparaît à ce moment.

» *H. stepanowiana* a été trouvée quatre fois sur quatre chez *D. Reevesii.*

---

[1] A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 1er et 8 octobre 1898.

» *Hæmogregarina rara* n. sp. — Cette Hémogrégarine a été trouvée trois fois sur quatre chez *D. Reevesii;* elle se rencontre dans le sang tantôt à l'état libre, tantôt à l'intérieur des hématies.

» *H. rara* mesure en moyenne 15^{μ} de long sur 2^{μ} à 3^{μ} de large; le parasite est souvent recourbé en arc; l'une des extrémités est arrondie, l'autre est plus ou moins effilée.

» L'Hémogrégarine endoglobulaire est souvent allongée dans une des moitiés de l'hématie, à côté du noyau resté en place (*fig.* 6); d'autres fois le parasite, fortement recourbé, se trouve à une des extrémités de l'hématie dont le noyau est refoulé (*fig.* 7). La figure 8 représente un parasite en train de sortir d'une hématie.

» *H. rara,* dans le sang frais et à l'état libre, a l'aspect d'éléments fusiformes, transparents, mobiles; au milieu du protoplasme légèrement granuleux, le noyau, très allongé et transparent, se dessine en clair; le protoplasme contient souvent quelques granulations réfringentes. Pendant les mouvements de progression qui sont assez lents, il se forme souvent un à deux étranglements.

» C'est surtout dans le sang coloré par la méthode que nous préconisons que l'Hémogrégarine prend un aspect caractéristique. Le protoplasme se colore en bleu clair, il est finement granuleux, avec quelques corpuscules plus gros, chromatiques. Le noyau, très allongé, cylindrique, presque toujours renflé à ses extrémités, se colore d'une façon uniforme en violet foncé; il occupe les deux tiers au moins de la longueur du parasite (*fig.* 9 et 10).

» Nous avons vu quelquefois des parasites avec deux noyaux, ce qui semble indiquer que l'Hémogrégarine peut se multiplier par bipartition. Nous n'avons pas trouvé d'autres formes de multiplication.

» On devait se demander si cette dernière Hémogrégarine n'était pas une forme de la première, la forme mâle par exemple, *H. stepanowiana* représentant la forme femelle. Nous avons cru pouvoir écarter cette interprétation. L'existence de formes sexuées n'a pas encore été démontrée pour les Hémogrégarines. *H. Stepanowi,* si voisine de *H. stepanowiana,* n'a pas de formes sexuées; dans le sang des Tortues infectées par ce parasite, on ne trouve pas d'éléments qui rappellent *H. rara.* Simond, qui a décrit plusieurs Hémogrégarines des Tortues, ne signale pas l'existence de formes analogues à *H. rara* (1). Enfin, les deux Hémogrégarines ne sont pas toujours associées chez *Damonia Reevesii;* une fois sur quatre nous n'avons trouvé dans le sang que *H. stepanowiana.*

» On ne possède, à notre connaissance du moins, aucun renseignement certain concernant les Trypanosomes des Chéloniens ni même des Reptiles. De l'existence de Flagellés à membrane ondulante dans le tube digestif

(1) *Annales de l'Institut Pasteur,* 1901, p. 319.

d'*Ixodes testudinis*, Leydig ([1]) conclut, sans preuve positive, à leur existence dans le sang des Tortues. Künstler écrit ([2]) : « Dans le sang de la Tortue bourbeuse se trouve un parasite, que je crois être voisin du *Trypanosoma*. »

» Nous avons trouvé, deux fois sur quatre, chez *D. Reevesii* un Trypanosome que nous désignerons sous le nom de *Tr. damoniæ*.

» *Trypanosoma damoniæ* n. sp. (*fig.* 11). — Chez les deux Tortues infectées, *Tr. damoniæ* était très rare dans le sang. Il mesure 32$^{\mu}$ de long, flagelle compris, sur 4$^{\mu}$ de large environ.

» Dans le sang desséché et coloré on constate facilement que *Tr. damoniæ* a la structure typique des Flagellés du genre *Trypanosoma*. Le corps du parasite est d'ordinaire incurvé; l'extrémité postérieure est conique, plus ou moins effilée, l'extrémité antérieure se termine par un flagelle (*f*). Vers la partie moyenne du corps, on voit un noyau ovalaire (*n*) dans lequel la chromatine est à l'état de granulations de volume variable; près de l'extrémité postérieure, le centrosome (*c*) se distingue facilement; enfin, le bord convexe du parasite est garni d'une membrane ondulante festonnée (*m*). Le flagelle borde la membrane ondulante et aboutit au centrosome. Le protoplasme est finement granulé, avec quelques granulations chromatiques plus grosses, surtout dans le tiers postérieur.

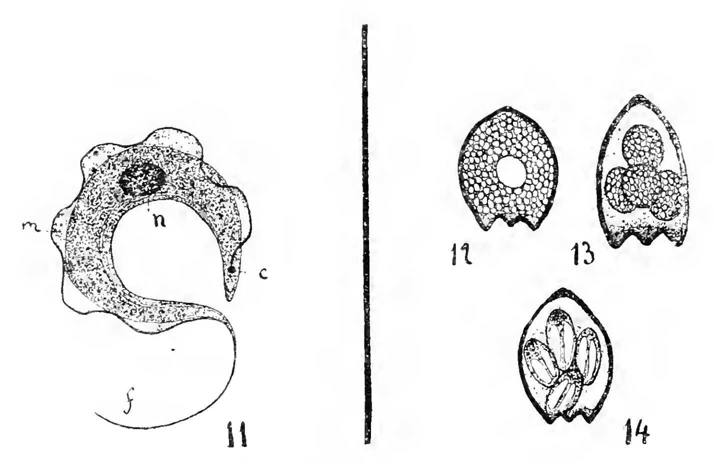


Fig. 11. — *Tr. damoniæ*. (Gr. 2000 D. environ.)
Fig. 12, 13, 14. — Formes enkystées de *Coccidium mitrarium*. (Gr. 1100 D.)

» Nous n'avons pas vu de formes de multiplication. On peut remarquer que *Tr. damoniæ* a une forme relativement trapue, si on le compare aux espèces parasites des Poissons et des Mammifères. Il est intermédiaire entre eux et le *Tr. rotatorium* des Grenouilles.

([1]) Leydig, *Lehrbuch der Histologie*, 1857, p. 346.
([2]) Künstler, *Comptes rendus*, t. XCVII, 1883, p. 755.

» On ne connaît jusqu'ici que deux Coccidies des Chéloniens : *Coccidium Delagei* Labbé (tube digestif d'*Emys lutaria*), et *C. Legeri* Simond (foie de *Cryptopus granosus*).

» Nous avons trouvé, dans le tube digestif de *D. Reevesii*, une Coccidie qui appartient comme les deux précédentes au genre *Coccidium*, mais qui en diffère notablement par la forme des kystes et surtout *par son évolution extracellulaire*. Nous l'appelons *C. mitrarium*.

» *Coccidium mitrarium*, n. sp. — Dans le rectum de deux *Damonia* sacrifiées en juillet, nous avons trouvé de nombreux kystes à tous états de maturation, de forme très spéciale, rappelant celle d'une mitre (*fig.* 12-14). La surface du kyste présente, par une exception unique chez les Coccidies, des ornements en relief, coniques, au nombre de 4 (rarement 5). L'un d'eux, toujours isolé, marque un pôle de la Coccidie; l'autre pôle est tronqué et la base plane porte les 3 (ou 4) autres ornements à son pourtour. Les figures 12 à 14 donnent une idée de la forme des kystes et de ses variations; il y a aussi des variations de volume, le diamètre pouvant avoir de 10^{μ} à 15^{μ}.

» Nous avons suivi, sur les préparations fraîches, les changements qui se produisent à l'intérieur de la membrane kystique : rétraction du protoplasme qui abandonne d'abord la cavité des ornements (*fig.* 12), puis devient une sphère n'ayant plus de contact avec la paroi kystique; division de cette sphère en quatre sporoblastes, sans reliquat (*fig.* 13); transformation des sporoblastes en sporocystes ovoïdes, avec deux sporozoïtes et un reliquat (*fig.* 14).

» On trouve dans l'intestin grêle : 1° des *schizontes* dont le diamètre atteint 10^{μ} à 12^{μ} et qui donnent une vingtaine de mérozoïtes fusiformes de 3^{μ} à 5^{μ} de long, avec un petit noyau central; 2° des *microgamétoblastes*, de 10^{μ} à 15^{μ} de diamètre, à la surface desquels se forme un fin chevelu de *microgamètes* dont la partie chromatique a 5^{μ} à 6^{μ} de long; 3° des *microgamètes*, à tous les stades de croissance, remplis de granules à reflet verdâtre.

» Ce qui fait l'intérêt de cette Coccidie, c'est que *l'évolution de toutes ces formes est extracellulaire*. Sur coupes de l'intestin grêle, on les voit, *à tous les états de croissance et de différenciation* (¹), plus ou moins intimement accolées aux cellules épithéliales dont le plateau paraît alors manquer et qu'elles dépriment; souvent, le parasite prend une forme allongée en s'étalant le long de la surface épithéliale.

» Il est probable que la Coccidie se nourrit aux dépens de la cellule épithéliale par l'intermédiaire de pseudopodes, et les ornements du kyste en sont peut-être les représentants chitinisés.

» La découverte d'une Coccidie à croissance extracellulaire montre une

(¹) Nous avons cherché vainement des stades intracellulaires; si ces stades existent, ils doivent avoir une très courte durée.

fois de plus qu'il n'y a, au point de vue du mode et du degré de parasitisme, aucune différence essentielle entre Coccidies et Grégarines [1]. »

MÉCANIQUE. — *Sur le problème des brachistochrones.* Note de M. **Haton de la Goupillière.**

« 1. J'ai montré, dans un Mémoire inséré au *Recueil des Savants étrangers* [2], que si un point matériel, présentant l'unité de masse, se meut dans un plan, en supposant l'existence d'une fonction analytique T des forces dans l'équation du travail :

$$(1) \qquad v^2 - v_0^2 = 2(T - T_0),$$

l'équation différentielle de la brachistochrone qui correspond à ce système de forces peut toujours se mettre sous la forme suivante, avec des logarithmes népériens :

$$\frac{d\,\mathrm{Log}\left(T - T_0 + \frac{v_0^2}{2}\right)}{dx}\,dy - \frac{d\,\mathrm{Log}\left(T - T_0 + \frac{v_0^2}{2}\right)}{dy}\,dx = 2\,d\omega,$$

en désignant par $d\omega$ l'angle de contingence de cette courbe. Le cas auquel je m'attacherai ici est celui dans lequel ce premier membre prend la forme d'une différentielle exacte. On en peut dégager quelques conséquences qui m'ont paru mériter d'être signalées.

» Nous ferons, pour abréger,

$$(2) \qquad T - T_0 + \frac{v_0^2}{2} = U,$$

et l'équation deviendra

$$(3) \qquad \frac{d\,\mathrm{Log}\,U}{dx}\,dy - \frac{d\,\mathrm{Log}\,U}{dy}\,dx = 2\,d\omega.$$

---

(1) Voir, à ce propos, Caullery et Mesnil, *Comptes rendus*, t. CXXXII, janvier 1901.

(2) Haton de la Goupillière, *Problème inverse des brachistochrones* [*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences*, t. XXVIII, Mémoire n° 5, équation (1)].

» Elle donne, comme condition d'intégrabilité,

$$(4) \qquad \frac{d^2 \operatorname{Log} U}{dx^2} + \frac{d^2 \operatorname{Log} U}{dy^2} = 0,$$

c'est-à-dire qu'il est nécessaire et suffisant que Log U soit ce que Lamé appelait une *fonction isotherme* ([1]). Mais on remarquera avec soin que ce caractère fondamental appartient à Log U et non pas à Log T, de telle sorte que c'est spécialement Log U qui constitue le *paramètre thermométrique*, suivant l'expression de Lamé. La fonction des forces T est ordinairement incomplètement déterminée, et l'on peut lui adjoindre une constante quelconque dans celles de ses applications qui consistent à faire connaître les composantes de la force par ses dérivées partielles, ou à fournir les courbes de niveau lorsqu'on l'égale à un paramètre arbitraire. Au contraire l'expression U ne renferme rien que de bien déterminé, et la constante en question a disparu dans la soustraction $T - T_0$.

» 2. Intégrons l'équation (4) sous la forme

$$(5) \qquad \operatorname{Log} U = \varphi(p) + \psi(q),$$

en faisant, pour abréger,

$$p = x + iy, \qquad q = x - iy,$$

et représentant suivant l'usage par i le symbole imaginaire $\sqrt{-1}$.

Nous nous assujettirons d'ailleurs, en vue d'obtenir dans l'application des expressions essentiellement réelles, à désigner par φ et ψ des fonctions imaginaires conjuguées dans leur constitution même, indépendamment des variables que nous y faisons figurer :

$$(6) \qquad \begin{cases} \varphi(p) = f(p) + iF(p) \\ \psi(q) = f(q) - iF(q) \end{cases}$$

en appelant $f(z)$ et $F(z)$ des expressions constituées d'une manière réelle en z, symbole d'une variable quelconque.

» L'équation (3) de la brachistochrone devient par là

$$2\,d\omega = [\varphi'(p) + \psi'(q)]\,dy - i[\varphi'(p) - \psi'(q)]\,dx,$$

([1]) Lamé, *Leçons sur les fonctions inverses des transcendantes et sur les surfaces isothermes*, p. 2.

et l'on en tire

$$\begin{aligned} 2i\,d\omega &= (dx + i\,dy)\,\varphi'(p) - (dx - i\,dy)\,\psi'(q) \\ &= \varphi'(p)\,dp - \psi'(q)\,dq. \end{aligned}$$

L'intégrabilité se trouve ainsi mise en évidence, et il vient, en représentant par α une constante arbitraire,

$$(7) \qquad 2i(\omega + \alpha) = \varphi(p) - \psi(q).$$

» Cette relation est essentiellement réelle, car la forme (6) des fonctions arbitraires montre que le second membre renferme en facteur i, qui disparaît ici de part et d'autre.

» 3. La première intégration étant ainsi effectuée une fois pour toutes, la seconde peut être, dans chaque cas, ramenée aux quadratures.

» On a, en effet,

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tang}\omega = \frac{1}{i}\,\frac{e^{2\omega i} - 1}{e^{2\omega i} + 1} = \frac{1}{i}\,\frac{e^{\varphi(p)-\psi(q)-2i\alpha} - 1}{e^{\varphi(p)-\psi(q)-2i\alpha} + 1} = \frac{1}{i}\,\frac{e^{\varphi(p)-i\alpha} - e^{\psi(q)+i\alpha}}{e^{\varphi(p)-i\alpha} - e^{\psi(q)+i\alpha}}.$$

On tire de là

$$dx\left[e^{\varphi(p)-i\alpha} - e^{\psi(q)+i\alpha}\right] = i\,dy\left[e^{\varphi(p)-i\alpha} + e^{\psi(q)+i\alpha}\right],$$

c'est-à-dire

$$(dx - i\,dy)\,e^{\varphi(p)-i\alpha} = (dx + i\,dy)\,e^{\psi(q)+i\alpha},$$

ou, en divisant les deux membres par $e^{\varphi(p)+\psi(q)}$,

$$e^{i\alpha}\,e^{-\varphi(p)}\,dp = e^{-i\alpha}\,e^{\psi(q)}\,dq,$$

et enfin, en intégrant et désignant par $2i\beta$ une nouvelle constante arbitraire,

$$(8) \qquad e^{i\alpha}\int e^{-\varphi(p)}\,dp - e^{-i\alpha}\int e^{-\psi(q)}\,dq = 2i\beta,$$

équation réelle encore, puisque le premier membre est la différence de deux expressions imaginaires conjuguées.

» Il convient de remarquer que l'on n'a pas en réalité deux quadratures à opérer, mais une seule, puisque la seconde n'est que l'expression conjuguée de la première. Il suffit donc d'effectuer l'une quelconque d'entre elles, de la multiplier par le facteur en α qui la concerne, et d'égaler à β le coefficient de sa partie imaginaire, pour avoir l'équation finie de la brachistochrone.

» Nous pouvons déduire de là certaines propriétés des courbes ainsi obtenues.

» 4. Nous voyons d'abord que la relation (8) renferme deux paramètres arbitraires α et β. On peut donc envisager distinctement une infinité de groupes de brachistochrones, pour chacun desquels α conserve une valeur fixe, tandis que β passe par tous les états de grandeur, de manière à fournir les diverses lignes qui composent le groupe en question.

» Attachons-nous par la pensée à l'un de ces groupes en particulier, et menons à toutes les courbes qui le constituent des tangentes parallèles à une direction fixe, caractérisée par une certaine valeur déterminée de l'angle ω. Il est facile de trouver l'équation du lieu du point de contact.

» Elle ne sera autre que la formule (7) dans laquelle, au lieu de considérer ω comme un angle de contingence variable, ce qui constituait l'équation différentielle de la brachistochrone d'où β se trouve absent, nous l'envisagerons au contraire comme une constante absolue relative à la direction des tangentes considérées. L'équation cherchée est donc

$$\varphi(p) - \psi(q) = \text{const.}$$

» Cherchons actuellement la tangente de cette nouvelle courbe, en différentiant son équation par rapport à x. Il vient ainsi :

$$(dx + i\,dy)\,\varphi'(p) - (dx - i\,dy)\,\psi'(q) = 0,$$

ce qui donne (5),

$$\frac{dy}{dx} = i\,\frac{\varphi'(p) - \psi'(q)}{\varphi'(p) + \psi'(q)} = \frac{\dfrac{d\,\text{Log}\,U}{dy}}{\dfrac{d\,\text{Log}\,U}{dx}} = \frac{\dfrac{dU}{dy}}{\dfrac{dU}{dx}} = \frac{\dfrac{dT}{dy}}{\dfrac{dT}{dx}}.$$

La direction de cette tangente est donc précisément celle de la force en chaque point.

» Il s'ensuit que l'ensemble de ces lieux géométriques, pour toutes les directions diverses ω que l'on peut successivement attribuer par la pensée aux tangentes parallèles des brachistochrones, reproduit le système des enveloppes de forces, trajectoires orthogonales des courbes de niveau du système donné.

» 5. Je signalerai une seconde propriété de ces systèmes de brachistochrones. Elle consiste en ce que toutes les courbes appartenant à deux quelconques de ces groupes, caractérisés par les valeurs α', α'' de leur para-

ne fis, se coupent mutuellement en tout point du plan sous un angle invariable $\alpha' - \alpha''$.

» En effet, pour un point d'intersection déterminé, x et y, et par suite p et q possèdent les mêmes valeurs dans les équations (7) des deux groupes

$$2i(\omega' + \alpha') = \varphi(p) - \psi(q),$$
$$2i(\omega'' + \alpha'') = \varphi(p) - \psi(q),$$

les valeurs de ω différant seules d'une équation à l'autre pour ce point. On déduit de là

$$\omega' + \alpha' = \omega'' + \alpha'',$$
$$\omega'' - \omega' = \alpha' - \alpha''.$$

Mais $\omega'' - \omega'$ est l'angle formé par les tangentes des deux courbes, ce qui confirme l'énoncé.

» 6. La plus simple des équations (8) correspondra à la valeur spéciale du paramètre

$$\alpha = 0.$$

Appelons en particulier, pour ce groupe, b le paramètre des diverses lignes qui le constituent; elles auront pour équation

(9) $$\int e^{-\varphi(p)}\,dp - \int e^{-\psi(q)}\,dq = 2ib.$$

» Nous citerons en second lieu l'hypothèse

$$\alpha = \frac{\pi}{2}, \qquad e^{i\alpha} = i,$$

qui donne pour équation

(10) $$\int e^{-\varphi(p)}\,dp + \int e^{-\psi(q)}\,dq = 2\mathrm{B},$$

en appelant B le paramètre des courbes de ce second groupe.

» Cette nouvelle famille sera formée, d'après le théorème précédent, des trajectoires orthogonales de la première (9).

» Tout autre système pourra ensuite être représenté d'une manière fort simple au moyen des paramètres spéciaux de ces deux groupes fondamentaux. Leur équation générale (8) se met en effet sous la forme

$$(\cos\alpha + i\sin\alpha)(\mathrm{B} + ib) - (\cos\alpha - i\sin\alpha)(\mathrm{B} - ib) = 2i\beta,$$

ou, en effectuant toutes les réductions,

$$\mathrm{B}\sin\alpha + b\cos\alpha = \beta. \text{ »}$$

M. R. Zeiller, en présentant à l'Académie un travail qu'il vient de publier dans la *Palæontologia Indica*, sous le titre : « Observations sur quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas », s'exprime comme il suit :

« Ce travail est consacré à la description d'une série de fossiles végétaux des couches à combustible de la portion inférieure du système de Gondwana, que le *Geological Survey of India* m'a fait, en 1897, l'honneur de me communiquer en me demandant de les étudier, à titre de complément aux travaux du regretté Dr Ottokar Feistmantel sur la flore fossile de l'Inde. Les échantillons que j'ai eus en mains m'ont permis de compléter la connaissance de quelques types intéressants, notamment, parmi les Fougères, les *Glossopteris* et leurs rhizomes les *Vertebraria*. Je signalerai en outre deux espèces nouvelles d'Equisétinées appartenant aux genres *Schizoneura* et *Phyllotheca*, un *Araucarites* rappelant beaucoup certaines formes vivantes du sous-genre *Colymbea*, et un très curieux type de feuille orbiculaire à bord denté, à long pétiole, dont les affinités me paraissent être avec les Salisburiées et que j'ai dédié au Dr O. Feistmantel sous le nom générique d'*Ottokaria*. »

M. Albert Gaudry fait hommage à l'Académie d'un Opuscule qu'il vient de publier sous le titre « Recherches paléontologiques de M. *André Tournouër* en Patagonie ». [Extrait des *Procès-verbaux de la Société d'Histoire naturelle d'Autun* (année 1902).]

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. de Saintignon adresse un travail intitulé : « Sur les tremblements de terre ; le mouvement différentiel ».

(Renvoi à la Commission des Antilles.)

M. N. Tambon demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 5 mai 1902 et inscrit sous le n° 6518. Ce pli contient un Mémoire intitulé : « Nouvelles méthodes d'analyse pour reconnaître les falsifications des huiles d'olive (comestibles et industrielles) et en général des huiles les unes par les autres ».

(Commissaires : MM. Troost, Guignard.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une Lettre adressée à M. le Ministre des Affaires étrangères, concernant l'éruption volcanique qui s'est produite à l'île Torishima, dans le groupe des îles japonaises de l'Océan Pacifique (îles Bonin, etc.):

« *M.* Dubail, *Ministre de France à Tokyo,*
à M. Delcassé, *Ministre des Affaires étrangères.*

» Un paquebot de la Compagnie japonaise, *Nippon Yusen Kaisha*, qui fait le service des îles japonaises de l'Océan Pacifique (îles Bonin, etc.), apportait l'autre jour à Yokohama la nouvelle qu'une éruption volcanique venait de se produire dans l'île de Torishima. Le navire n'aurait pu approcher du volcan qui était en pleine éruption; au dire des officiers, des phénomènes extraordinaires se produisaient en même temps dans le voisinage de la mer : des colonnes d'eau auraient été projetées dans les airs et le paquebot dut continuer sa route sans pouvoir porter aide aux habitants qui ont sans doute péri.

» L'île de Torishima est située entre le 30° 2826 latitude nord et 140° 1402 longitude est. La circonférence de l'île est de $7^{km},500$ et la superficie de $3^{km^2},5$. Elle est séparée de Yokohama par une distance de 312 milles marins.

» La population est de 73 hommes et de 52 femmes se livrant à la chasse aux oiseaux, à la pêche, etc., tous employés au service d'un particulier japonais qui a obtenu la concession et l'exploitation des richesses de l'île.

» La nouvelle de cette catastrophe a produit une grande impression et le Gouvernement a envoyé de suite un bâtiment de guerre sur les lieux. Peu après, un paquebot spécialement affrété pour la circonstance emportait des vivres, des instruments de toutes sortes et une mission chargée d'étudier ces phénomènes et leurs causes.

» Les résultats de cette expédition ne seront connus que dans quelques jours; je ne manquerai pas d'en faire part à Votre Excellence.

» Veuillez agréer, etc.

» *Signé :* Dubail. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale une Lettre de M. *Hergesell* relative aux résultats obtenus au moyen des ballons-sondes, résultats qui seront publiés à l'aide de crédits accordés par le Gouvernement allemand.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la formation des gouttes liquides et les lois de Tate.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **F.-Louis Perrot**.

« Comme suite aux travaux résumés dans une Note récente (¹), nous avons cherché à mettre en évidence les phénomènes complexes qui régissent la formation des gouttes issues à l'extrémité de tubes cylindriques à canal capillaire, en étudiant les formes successives par lesquelles elles passent avant la chute. Dans ce but, après des observations directes, faites à l'œil, au besoin aidé de la loupe, nous avons adopté un procédé photographique rendant nos constatations tout à fait indépendantes des illusions rétiniennes. Des résultats partiels intéressants ont déjà été obtenus par des procédés analogues, notamment par MM. Lenard (²), Th. Lullin (³), Ch. Lansiaux (⁴).

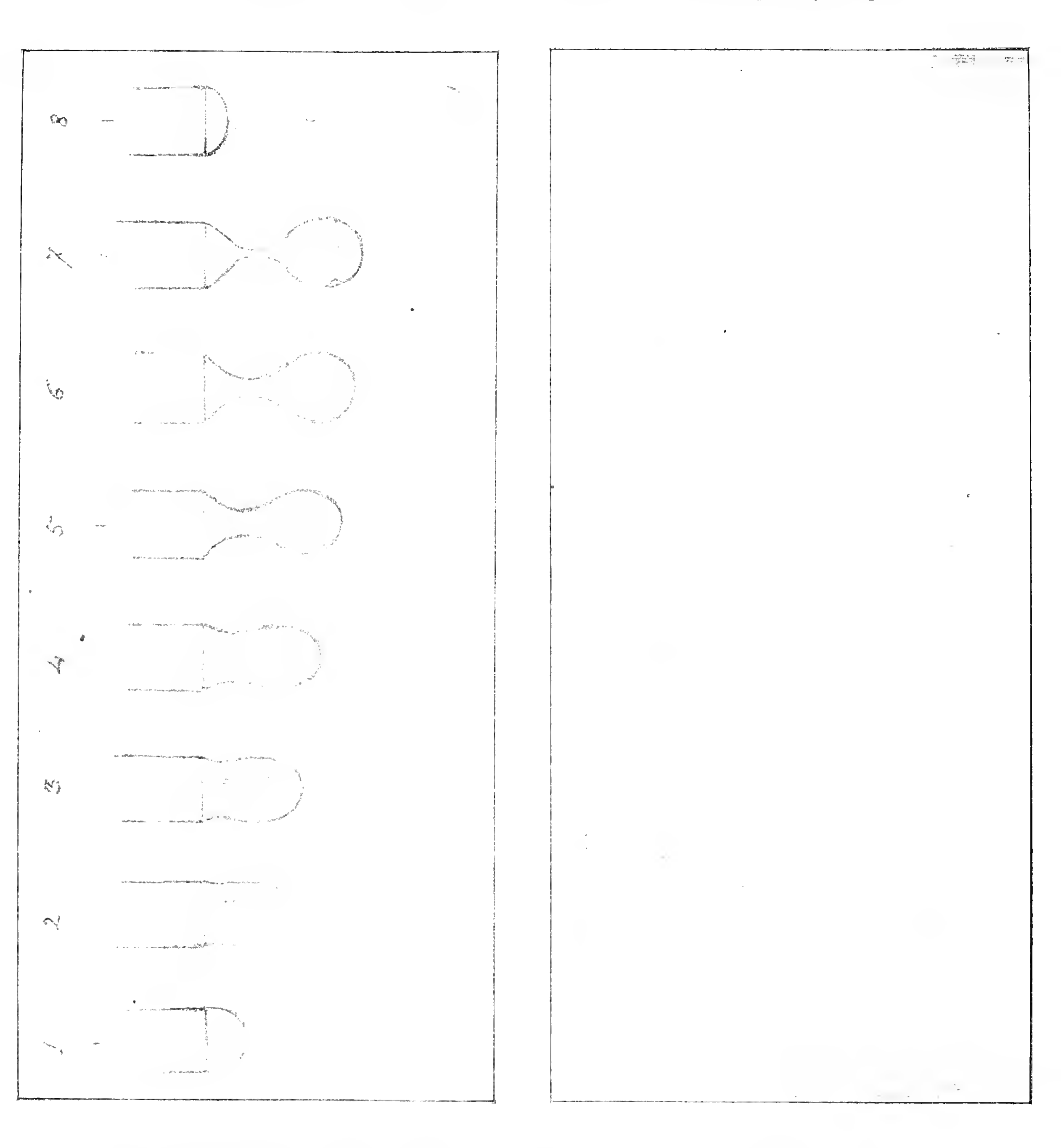
» Sur nos indications, MM. A. et L. Lumière, à Lyon, ont bien voulu nous préparer des bandes de clichés cinématographiques relatifs à la formation de gouttes d'*eau*, de *benzène* et d'*aniline*, issues de tubes cylindriques de diamètre extér. $< 4^{mm}$. Les clichés ont été obtenus soit dans les conditions où les gouttes se forment lentement (*gouttes statiques*) et où, par conséquent, leur poids est indépendant de leur durée de formation, soit dans des conditions de formation de plus en plus rapide (*gouttes dynamiques*). Ces documents graphiques ont été étudiés à la loupe; puis, par projection sur un écran, des épreuves agrandies ont pu être prises des plus caractéristiques figures. L'étude de ce matériel d'observation fera l'objet d'un Mémoire détaillé, en préparation. Nous ne reproduisons donc ici que nos conclusions finales relatives aux gouttes statiques d'abord, puis aux gouttes dynamiques.

» Les figures agrandies 1 à 8 représentent le processus de formation des gouttes statiques (benzène; diam. extér. du tube $= 3^{mm},17$).

» La goutte apparaît sous forme d'un ménisque à courbure sphéroïdale, puis ce ménisque s'allonge grâce à l'afflux de nouvelles quantités de liquide. Un étranglement se dessine lentement entre la goutte proprement dite et le liquide adhérant au tube; on le retrouve dans les figures de M. Worthington. Ensuite l'allongement de la goutte se précipite de telle façon que, si la bande présentait plus de cent clichés entre la figure 1 et la figure 2, les clichés 3 à 7 se succèdent par contre immédiatement. Enfin, l'étranglement se résout (*fig.* 7) en un filament qui, après avoir subi un étirement, se rompt

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 459.
(²) Ph. Lenard, *Wied. Ann.*, t. XXX, 1887, p. 209.
(³) Th. Lullin, *Archives de Genève*, t. II, 1896, p. 201.
(⁴) Ch. Lansiaux, *Revue suisse de Photographie*, 7ᵉ année, 1895, p. 86.

en donnant généralement une gouttelette qui succède à la goutte principale, goutte-



lette déjà observée par Savart, Magnus et Lenard. Au moment où la goutte se détache,

elle est grossièrement sphérique; mais, comme l'a constaté M. Lenard, elle est animée, dans sa chute, d'un mouvement oscillatoire, son grand axe prenant alternativement une position verticale puis horizontale, comme si le filament s'était rompu à la façon d'un ressort.

» Le détachement de la goutte présente donc une grande analogie avec la rupture des fils métalliques sous les efforts de traction : un allongement filiforme précède la séparation.

» La *rigidité* du liquide est, par conséquent, un des éléments du problème, ainsi que nous l'avions indiqué dans notre Mémoire de 1901 (*Archives*, t. XI, p. 385 et 388). Sur ce point, nous sommes donc d'accord avec les idées émises par MM. Leduc et Sacerdote.

» Quant aux *gouttes dynamiques*, leurs formes sont reproduites schématiquement dans les figures 9 à 18.

» En remontant de la figure 15 à la figure 9, on voit que, à mesure que la durée de formation décroît, la goutte, primitivement semblable aux gouttes statiques, apparaît ensuite avec un appendice caudiforme à sa partie inférieure, d'autant plus prononcé que la durée est plus courte. Le liquide affluant paraît exercer, par pression, une déformation sur la membrane superficielle. L'affluence devenant encore plus rapide, la goutte est comme traversée par un jet de liquide; enfin, la succession des gouttes devient assez rapide pour donner lieu à une veine.

» Nous résumant, nous concluons une fois de plus que les relations classiques de Tate ne correspondent pas à la réalité et doivent être abandonnées; que la rupture de la goutte ne se fait point suivant un *cercle de gorge* d'un diamètre voisin de celui du tube; que la chute de la goutte, précédée de la formation d'un filament, doit plutôt être comparée aux phénomènes de rupture de fils métalliques sous les effets de traction, et que, par conséquent, la rigidité des liquides doit y jouer un rôle qui reste à étudier. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur les paramètres élastiques des fils de soie.* Note de M. F. Beaulard, présentée par M. Lippmann.

« Malgré l'emploi fréquent des fils de soie dans les suspensions bifilaires, les paramètres élastiques de cette substance n'ont jamais été déterminés, à ma connaissance du moins, et, comme la valeur numérique du module d'Young est nécessaire pour effectuer la correction de rigidité, j'ai été

amené, en vue de cette correction, à effectuer la détermination des coefficients d'élasticité des fils de soie.

» Soient :

» c le moment du couple de torsion; μ le coefficient de Coulomb, c'est-à-dire l'expression numérique d'un couple capable de tordre d'un radian un cylindre de 1^{cm} de diamètre et de 1^{cm} de hauteur; α l'allongement de l'unité de longueur d'un fil de section unité, sous l'unité de charge; $E = \frac{1}{\alpha}$ le module d'élasticité de traction; φ le module d'élasticité de torsion, ou coefficient de rigidité; β la contraction latérale, c'est-à-dire la diminution de l'unité de longueur dans le sens transversal; $\sigma = \frac{\beta}{\alpha}$ le coefficient de Poisson.

» Entre ces quantités on a les relations suivantes :

$$\mu = \frac{cl}{d^4}, \qquad \varphi = \frac{32}{\pi}\mu, \qquad 1 + \sigma = \frac{1}{2\alpha\varphi}, \qquad \beta = \sigma\alpha.$$

» L'expérience permet de déterminer c par la méthode des oscillations, et α par la mesure des allongements sous des charges données; et, par suite, de calculer μ, φ, σ et β. J'ai opéré avec un fil formé de 20 brins tirés d'un même écheveau de soie écrue et trouvé $c = 0,164$ et $\varphi = 1,288.10^{10}$; mais la détermination de E présente quelques particularités intéressantes, qui font l'objet de cette Note.

» On constate, en effet, qu'il n'y a pas, à proprement parler, de coefficient d'élasticité de traction E, diminuant quand la charge augmente; on constate également que β diminue très rapidement, pour atteindre une valeur constante dès que la charge atteint quelques grammes; cela résulte du Tableau suivant, extrait d'un Tableau plus étendu :

$P = 40^g$	$E = 13,17.10^{10}$	$\sigma = 502$	$\beta = 3,81.10^{-9}$
120	7,90	301	3,81
200	5,23	199	3,80
280	3,74	129	3,46

» On vérifie en outre que, par le retour à une charge nulle, le fil ne reprend pas sa longueur primitive L_0; il y a un allongement résiduel $L'_0 - L_0$ qui peut atteindre le $\frac{1}{40}$ de la longueur initiale.

» Si l'on répète une deuxième série de mesures, sur le même fil, on constate que les variations de E sont déjà moins marquées, et que l'allon-

gement résiduel $L''_0 - L'_0$ est moindre que dans le premier cas; on trouve, par exemple,

$P = 40^{g}$	$E = 2,008.10^{10}$	$\sigma = 76$	$\beta = 3,77.10^{-9}$
80	2,008	76	3,77
120	2,092	79	3,77
160	1,951	73	3,73
200	1,626	70	3,76

» Ce résultat permet déjà de penser que le fil de soie est affecté d'hystérésis et susceptible par suite de déformations permanentes, conformément aux idées développées à ce sujet par M. P. Duhem ([1]), et vérifiées par M. E. Lenoble ([2]) pour les fils métalliques. C'est ainsi que j'ai été amené à soumettre le fil à des variations cycliques, par charges croissantes et décroissantes, de façon à revenir à une charge nulle, pour recommencer ensuite un deuxième cycle, etc.

» Si la durée d'action de la charge est courte, il arrive que le fil continue à s'allonger sous une charge moindre que la charge maxima, mais voisine de celle-ci; pour éviter cette complication, dans les expériences qui suivent, la durée d'action a toujours été suffisante pour que l'état permanent correspondant à une charge donnée soit atteint (à $\frac{1}{20}$ de millimètre près); si l'on porte en abscisses les charges et en ordonnées les longueurs du fil, on constate : 1° que la première courbe descendante du premier cycle coupe en un seul point la courbe ascendante du deuxième cycle; 2° qu'à chaque cycle l'allongement résiduel $L'_0 - L_0$ diminue et tend vers une valeur nulle; 3° que, dès le troisième ou quatrième cycle, ascendantes et descendantes sont linéaires et se superposent; dans ces conditions, et lorsque le fil a atteint cet état pseudo-limite, E a une valeur constante, indépendante de la charge; le calcul donne les résultats suivants :

$$E = 2,52.10^{10}, \qquad \sigma = 95, \qquad \beta = 3,78.10^{-9}.$$

» Après un long repos (2 mois) le même fil donne, pour le troisième cycle :

$P = 40^{g}$	$E = 2,23.10^{10}$	$\sigma = 86$	$\beta = 3,86.10^{-9}$
80	2,23	88	3,87
100	2,06	80	3,86
120	2,03	78	3,86

([1]) P. Duhem, *Société des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 18 mai 1899.

([2]) E. Lenoble, *Sur les déformations permanentes des fils métalliques* (Thèse). Bordeaux, 1900.

c'est-à-dire en moyenne

$$E = 2,15.10^{10}, \qquad \sigma = 83, \qquad \beta = 3,86.10^{-9}.$$

» En adoptant la valeur $E = 2,52.10^{10}$ et appliquant la formule de correction de Kohlrausch, pour tenir compte de la raideur du fil, qui agit sur le bifilaire comme si les fils étaient raccourcis de δ, on trouve $\delta = 0^{cm},443$ pour une suspension de longueur égale à 87^{cm}. La correction atteint donc seulement 0,5 pour 100, à peu près. »

ÉLECTRICITÉ. — *Lames minces metalliques obtenues par projection cathodique.* Note de M. **L. Houllevigue**, présentée par M. Mascart.

« On sait que, lorsqu'on produit l'effluve dans un gaz raréfié, la substance de la cathode est projetée en tous sens dans l'espace environnant; cette propriété a déjà été utilisée en Amérique pour obtenir des miroirs et des résistances de platine. J'ai constaté qu'elle permet de déposer sur un support quelconque (verre, fibre, lame métallique, etc.) des couches minces adhérentes des métaux suivants : platine, palladium, fer, nickel, cobalt, cuivre, bismuth; les autres métaux, qui n'ont pas encore été essayés, se prêteraient vraisemblablement à l'application du même procédé; seul, le charbon n'a donné, après 7 jours d'essais, aucun dépôt visible.

» Les pellicules déposées sur verre sont les plus intéressantes à étudier.

» Pour les obtenir, on place la lame de verre à métalliser, de 20^{cm^2} environ dans mes expériences, sur une large anode horizontale en aluminium; à 12^{mm} ou 15^{mm} au-dessus se trouve une lame horizontale du métal à déposer, qui constitue la cathode, et le tout est placé dans un récipient où le vide est fait à la trompe jusqu'à quelques centièmes de millimètre. Le flux est fourni par le secondaire d'une bobine Ruhmkorff (type Ducretet à interrupteur indépendant); alors l'espace sombre de Hittorff qui entoure la cathode vient à peu près au contact de la lame de verre à métalliser.

» Le flux électrique commence par purger la cathode des gaz occlus; cette première période est particulièrement longue avec le platine et surtout avec le palladium; lorsqu'elle est terminée, la substance propre de la cathode est projetée à son tour et va se fixer, partie sur la lame de verre placée en regard, partie sur l'anode métallique. Quand le dépôt est jugé d'épaisseur convenable, on arrête l'opération, on laisse refroidir l'appareil, on fait rentrer l'air et l'on retire la lame métallisée.

» Les dépôts obtenus peuvent présenter tous les degrés de transparence ou d'opacité, suivant la durée de l'opération (quelques heures ou

plusieurs journées); leur épaisseur n'est pas rigoureusement uniforme et, avec le dispositif employé, s'est montrée plus faible au centre et suivant les diagonales de la lame. Ils présentent (surtout les dépôts de cuivre) les irisations des lames minces; leur pouvoir réflecteur est considérable, et ils sont assez adhérents pour pouvoir être essuyés avec un blaireau ou du papier de soie.

» J'ai pu faire avec les pellicules ainsi obtenues les essais suivants :

» 1° Une lame de bismuth préparée par ce procédé, et placée normalement dans un champ magnétique égal à 2250, n'a éprouvé aucune variation dans sa résistance électrique, égale à 26ω,90. M. Leduc avait observé déjà que le bismuth est d'autant plus sensible au magnétisme, que sa texture cristalline est plus accusée. Or, il semble bien que le bismuth obtenu par projection cathodique soit complètement amorphe; des essais pour lui donner le grain cristallin par recuit à 350° ont échoué, le métal ayant été altéré par cette opération.

» 2° Les lames transparentes de fer, placées normalement au champ d'un électro-aimant de Ruhmkorff, permettent de constater aisément l'existence du pouvoir rotatoire magnétique : une variation de champ égale à 12250 unités a produit une rotation positive égale à 1° 18′, déduction faite de la rotation due à la lame de verre qui sert de support.

» En revanche, je n'ai pas encore réussi à observer sur le même métal, placé parallèlement au champ magnétique, l'existence de la double réfraction signalée par Righi; le dispositif employé pour cet essai était celui du polariscope de Bravais à teinte sensible, avec interposition d'une lame demi-onde sur une des moitiés du champ. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des combinaisons organomagnésiennes mixtes sur les éthers d'acides cétoniques* (II). Note de **M. V. Grignard**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré précédemment (¹) que les éthers β-cétoniques donnent, en général, avec les combinaisons organomagnésiennes, des réactions anormales dans lesquelles se manifeste surtout la présence de la forme énolique. Il n'en est plus de même avec les autres éthers cétoniques, qui sont susceptibles de réagir normalement par leurs deux groupements fonctionnels. Mais, comme on pouvait le prévoir, ces deux groupements ne

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 849.

présentent pas la même vitesse de réaction, le carbonyle réagit toujours avant le carboxyle, si bien que la méthode permet d'obtenir des acides alcools tertiaires ou des glycols bitertiaires, suivant que l'on fait réagir 1^{mol} ou 3^{mol} de composé organomagnésien sur 1^{mol} d'éther cétonique.

» Je me suis occupé surtout de la synthèse des acides-alcools, qui présentait le plus d'intérêt. A ce point de vue, il fallait éviter à chaque instant la présence d'un excès du composé organométallique, qui n'aurait pas manqué, sans doute, de réagir sur le carboxalkyle, et, pour cela, il était nécessaire de faire tomber peu à peu le composé magnésien dans l'éther cétonique. J'y suis arrivé, sans perte ni altération de la combinaison organométallique, en transvasant sa solution éthérée au moyen d'un siphon de verre à robinet, amorcé avec de l'éther anhydre.

» Mes expériences ont porté sur le pyruvate d'isoamyle ([1]), le phénylglyoxylate d'éthyle, le lévulate d'éthyle et l'acétylsuccinate d'éthyle. Voici, brièvement ([2]), les résultats obtenus :

» I. *Éther pyruvique.* — 1° Avec CH^3MgI, l'α-oxyisobutyrate d'isoamyle, liquide incolore, assez mobile, d'odeur âpre, peu agréable, qui bout à 195°-198° sous 753^{mm}. $d_{17,8} = 0,9405$, $n_D^{17,8} = 1,42330$.

» 2° Avec i-$C^5H^{11}MgBr$, l'acide méthylisoamylglycolique, insoluble dans la ligroïne légère et cristallisant, dans l'alcool à 25 pour 100, en fines aiguilles fusibles à 72°-73°.

» 3° Avec α-$C^{10}H^7MgBr$, l'acide α-naphtylméthylglycolique, insoluble dans la ligroïne et dans le benzène, cristallise dans l'alcool à 50 pour 100 en buissons de fines aiguilles qui contiennent $\frac{1}{2}H^2O$ et fondent à 143°.

» Rendement moyen dans ces trois expériences, 25 pour 100.

» II. *Phénylglyoxylate d'éthyle.* — 1° Avec CH^3MgI, l'atrolactate d'éthyle, liquide jaune-paille, assez mobile, d'odeur faible, agréable, qui bout à 129°-130° sous 13^{mm} et à 258°-260° sous 752^{mm}. $d_{11}^{4} = 1,100$, $n_D^{11} = 1,50997$. Rendement, 60 pour 100.

» L'acide atrolactique (phénylméthylglycolique), qui en dérive par saponification barytique, cristallise dans l'eau en lamelles nacrées qui contiennent $\frac{1}{2}H^2O$ et fondent régulièrement à 67°-68° et non à 91°, comme l'ont indiqué Fittig et Wurster ([3]), puis Tiemann et Köhler ([4]).

» 2° Avec C^2H^5MgBr, le phényléthylglycolate d'éthyle, liquide jaune-paille, peu

---

([1]) J'ai choisi cet éther pyruvique, d'après les indications de Simon (*Thèse de Paris*, 1895), comme étant le plus facile à obtenir dans les meilleures conditions de pureté et de rendement.

([2]) Ces expériences seront publiées en détail dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

([3]) *Liebig's Ann.*, 1879, p. 154.

([4]) *Berichte*, 1881, p. 1980.

mobile, d'odeur forte, peu agréable, qui bout à 142°-145° sous 18mm. Rendement, 82 pour 100.

» L'acide phényléthylglycolique, insoluble dans la ligroïne, facilement soluble dans l'alcool et le benzène, cristallise anhydre dans l'eau en aiguilles fusibles à 126°.

» III. *Lévulate d'éthyle.* — Je n'ai pu isoler dans aucun cas l'éther prévu par la théorie, mais, directement ou par saponification, la lactone qui en dérive et, en même temps, un peu du glycol bitertiaire correspondant :

» 1° Avec C^2H^5MgBr, la méthyl-4 hexanolide-1-4,

$$C^2H^5-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle CH^3}{C}}-CH^2-\underset{\displaystyle -CO}{CH^2},$$

liquide incolore, mobile, d'odeur faiblement éthérée, qui bout à 105°-106° sous 18mm. $d^4_{13,7}=1,0085$; $n_D^{13,7}=1,44320$. Rendement, 35 pour 100.

» Le glycol $\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^3}{C^2H^5}\rangle C(OH)C^2H^4C(OH)\langle\genfrac{}{}{0pt}{}{C^2H^5}{C^2H^5}$ bout à 138°-140° sous 14mm et cristallise dans le benzène en aiguilles fusibles à 61°. Rendement, 63 pour 100, en le préparant spécialement.

» 2° Avec i-$C^5H^{11}MgBr$, la diméthyl-4-7 octanolide-1-4, liquide incolore, assez mobile, d'odeur forte, qui bout à 133°-134° sous 15mm. Rendement, 25 pour 100. $d^4_{15,9}=0,9566$; $n_D^{15,9}=1,44964$.

» Le glycol $\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^3}{C^5H^{11}}\rangle C(OH)C^2H^4C(OH)\langle\genfrac{}{}{0pt}{}{C^5H^{11}}{C^5H^{11}}$, liquide extrêmement visqueux, bout à 205°-208° sous 15mm; son oxyde $C^{20}H^{40}O$ est peu visqueux et bout à 175°-178° sous 20mm.

» 3° Avec C^6H^5MgBr, la phényl-4 pentanolide-1-4, liquide jaunâtre, peu mobile, qui bout à 168°-170° sous 16mm. Rendement, 30 pour 100. $d^4_{17,4}=1,1173$; $n_D^{17,4}=1,52996$.

» On obtient en même temps l'oxyde du glycol correspondant

$$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^3}{C^6H^5}\rangle C-C^2H^4-C\langle\genfrac{}{}{0pt}{}{C^6H^5}{C^6H^5}, \quad (\text{les deux C liés par } O)$$

liquide très visqueux qui bout à 245°-250° sous 17mm.

» IV. *Acétylsuccinate d'éthyle.* — On sait que ce composé ne présente pas les caractères habituels des éthers β-cétoniques; on pouvait espérer qu'il en serait de même ici et que, en présence de CH^3MgI, il se comporterait comme un éther γ-cétonique et fournirait ainsi un procédé commode de synthèse de l'acide térébique. Malheureusement, il n'en a rien été. Quel que soit le mode opératoire employé, on obtient un produit cristallisé très abondant qui, par l'action de l'eau, régénère la presque totalité de l'éther acétylsuccinique employé. Cet éther a donc vraisemblablement réagi sous sa forme énolique. On peut isoler cependant une faible portion supérieure dont la saponification fournit une minime quantité d'acide térébique.

» Je me propose de montrer ultérieurement que la méthode de syn-

thèse d'acides-alcools tertiaires que je viens de décrire peut être complétée au moyen du chlorure d'éthyloxalyle, qu'il est possible de faire réagir uniquement par sa fonction chlorure d'acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés de l'éther pyruvylpyruvique* (II). *Hydrazones stéréo-isomères.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« Les actions consécutives de l'aniline et de l'acide sulfurique concentré sur le pyruvate d'éthyle m'ont conduit à un corps auquel j'ai assigné la formule

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\underset{\displaystyle Az - C^6H^5}{\|}}{C} - CO - CH^2 - CO - CO^2C^2H^5 \end{array}$$

qui en fait un dérivé phényliminé de l'éther pyruvylpyruvique (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1063).

» Pour contrôler le caractère cétonique de cette combinaison, je l'ai soumise à l'action des réactifs caractéristiques de cette fonction, et d'abord à l'action de la phénylhydrazine.

» I. La phénylhydrazine réagit très facilement sur l'éther cétonique; il se produit, en quantités très inégales, deux hydrazones isomériques qui se distinguent par les propriétés suivantes :

» L'hydrazone α, qui se produit presque exclusivement, fond à 195°-196° sans altération apparente. Elle cristallise en petites lames hexagonales ou en cristaux massifs, d'un blanc jaunâtre. Elle renferme 1^{mol} d'eau de cristallisation qu'elle perd à 110° et qu'elle reprend par refroidissement à l'air humide.

» L'autre combinaison, l'hydrazone β, se produit en quantité très minime. Elle fond à 133° sans décomposition et cristallise en fines aiguilles jaune d'or toujours anhydres.

» Les deux corps sont insolubles dans l'eau, dans la potasse aqueuse et dans l'acide chlorhydrique concentré. Dans les solvants organiques, alcool ou acétone, ils sont tous deux solubles, mais l'hydrazone β l'est davantage et elle a été rencontrée dans les eaux mères de cristallisation de la première.

» *Passage de l'isomère α à l'isomère β.* — Lorsqu'on chauffe l'hydrazone α à 110°, elle perd 1^{mol} d'eau, mais sans se modifier, puisqu'elle la reprend spontanément après refroidissement. Si on la maintient pendant quelque temps à une température supérieure à sa température de fusion, à 200° par exemple, on n'obtient plus, après refroidissement et cristallisation dans l'alcool, qu'un *mélange des deux isomères où domine la forme* β.

» Cette transformation se produit à une température inférieure à la température de fusion. Dans une étuve à vapeur d'aniline, l'hydrazone α ne tarde pas à se fluidifier, ce qui est l'indice d'une transformation que l'on prouve en isolant l'hydrazone β.

» Cette isomérisation se trahit d'ailleurs déjà par des irrégularités dans la température de fusion, suivant la rapidité avec laquelle on élève la température pour la déterminer. On sait que les osazones des sucres se comportent de même et vraisemblablement pour une cause du même ordre.

» *Passage de l'isomère β à l'isomère α.* — On peut également passer de la forme β à la forme α. Il suffit pour cela de la soumettre en solution alcoolique à l'action du gaz chlorhydrique. Un second procédé consiste à saponifier par la potasse alcoolique la fonction éther de l'hydrazone β. Elle fournit alors un acide qui paraît identique à celui que l'on obtient en effectuant sur son isomère la même opération. Ces deux acides cristallisent en fines aiguilles jaune clair, se décomposant à 151°-152° en se boursouflant, et, *par éthérification, ils régénèrent tous deux l'hydrazone α à point de fusion élevé.* S'il y avait un léger doute, il porterait sur leur teneur respective en eau de cristallisation.

» *La production simultanée des deux hydrazones et leur transformation mutuelle constituent bien les caractères d'une isomérie stéréochimique.* — Cet exemple est à rapprocher de celui que j'ai déjà signalé antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 682).

» II. *Action de l'acide sulfurique concentré.* — J'ai été amené à étudier l'action de l'acide sulfurique sur ces hydrazones par l'espoir d'enlever ainsi le dernier reste phényliminé — AzC^6H^5 et d'obtenir la monohydrazone de l'éther pyruvylpyruvique, mais je n'ai pas atteint le but désiré.

» L'acide sulfurique concentré dissout à froid les deux hydrazones en prenant une série de colorations successives : rouge orangé, verte et finalement *bleue*. Cette coloration est due à la formation d'un corps qu'on peut isoler en précipitant sur de la glace la solution sulfurique. Ce corps se présente sous forme d'une masse blanc sale peu accessible à l'étude. Sa solution alcoolique l'abandonne sous forme d'écailles jaunâtres qui se présentent, lorsqu'on les examine au microscope, avec l'aspect amorphe d'un assemblage cellulaire.

» Cette réaction colorée appartient également à l'acide qui résulte de la saponification des deux hydrazones stéréo-isomères. Elle est très sensible et rappelle (quoique moins fugace) la réaction de Bulow relative à l'action de l'acide sulfurique sur les produits d'oxydation des osazones et des hydrazones.

» III. J'ai répété la réaction de la phénylhydrazine sur un autre éther pyruvylpyruvique substitué $CH^3 - \underset{\underset{Az - C^6H^4 - CH^3}{\|}}{C} - CO - CH^2 - CO - CO^2C^2H^5$ et j'ai obtenu des résultats tout à fait semblables.

» L'hydrazone α fond à 175°-176° et cristallise avec 1^{mol} d'eau de cristallisation qu'elle perd à 110° et qu'elle reprend spontanément à l'air humide par refroidissement.

» L'hydrazone β résulte de l'action de la chaleur sur la première; elle est plus soluble que celle-ci dans les solvants et fond à une température inférieure, 117°-118°. La différence est à peu près la même pour les deux couples de stéréo-isomères. Enfin, les deux modifications se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré en lui communiquant la même série de teintes et finalement la même coloration bleue caractéristique. »

BIOLOGIE. — *Germination des spores de* Sterigmatocystis nigra *dans la trachée de quelques oiseaux.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans ma thèse de Médecine ([1]), j'ai envisagé les causes qui peuvent avoir quelque influence sur la germination des spores amenées dans la cavité respiratoire de l'homme et j'ai émis l'hypothèse que l'hygrométrie de cette cavité était l'une de ces causes.

» J'ai été amené à cette hypothèse par des considérations théoriques et par des expériences qui sont discutées dans cette thèse. Ne pouvant la vérifier rigoureusement sur l'homme lui-même, j'ai cherché une vérification en me rapprochant le plus possible des conditions réalisées chez lui.

» C'est ainsi que, par comparaison avec l'alternance des courants d'air d'expiration et d'inspiration, j'ai cherché l'action de l'alternance de deux courants d'air, l'un relativement sec, l'autre très humide, sur la germination des spores de *Penicillium* ([2]). Cette germination est sous la dépendance de la durée relative de chaque courant et de la tension de la vapeur d'eau dans le courant d'air relativement sec.

» Ces expériences étaient faites avec des spores semées sur goutte de gélose fixée à la paroi interne d'un tube de verre. Dans d'autres expériences ([3]), j'ai fait agir les deux courants sur des spores semées sur goutte de gélose nageant, à l'aide d'une lamelle de mica, sur une petite nappe d'eau contenue dans un renflement du tube de verre. La germination est restée sous la dépendance de la vitesse relative et de l'hygrométrie de ces courants.

» Par conséquent, même sur l'eau, cette germination dépend des variations de la tension de la vapeur d'eau dans le courant d'air relativement sec.

» Depuis, j'ai cherché à vérifier cette dépendance sur le vivant, en plaçant des spores de *Sterigmatocystis nigra* dans la cavité respiratoire de deux animaux comparables maintenus, l'un dans l'air sec, l'autre dans l'air humide.

» J'ai semé les spores sur goutte de gélose encastrée dans une mince cuvette de fer ou d'aluminium que j'ai fixée à la paroi interne de la

---

([1]) Pierre Lesage, *Thèse de la Faculté de Médecine de Paris*, 1899.

([2]) Pierre Lesage, *Comptes rendus de l'Assoc. franç. pour l'av. des sc.*, 1901.

([3]) Pierre Lesage, *Comptes rendus*, 1901.

trachée ouverte à la hauteur voulue; ensuite, j'ai suturé trachée et plaie à la manière ordinaire. La trachéotomie a été pratiquée ainsi sans inconvénients chez plusieurs oies et canards.

» Voici, pour quatre canards, des résultats qui suffiront à la vérification cherchée, et dans lesquels on se rend compte de la vitesse relative de la germination par la longueur des filaments mycéliens au moment de l'observation.

» Dans l'air extérieur, la température a oscillé un peu autour de 20°, l'état hygrométrique autour de 0,45 (air sec) et autour de 0,90 (air humide).

» *Première série.* — Canard n° 5 (air sec), 114^{μ}; canard n° 6 (air humide), 143^{μ}; culture témoin à 39°,5 et dans l'air saturé, 210^{μ}.

» *Seconde série.* — Canard n° 8 (air sec), 19^{μ}; canard n° 7 (air humide), 44^{μ}; culture témoin à 39°,5 et dans l'air saturé, 117^{μ}.

» Par conséquent, même dans la trachée, la germination des spores est bien sous la dépendance des variations hygrométriques de l'air extérieur inspiré.

» On pourra m'objecter que je ne suis pas encore absolument dans les conditions normales, puisque les spores sont sur de la gélose et non sur la paroi vivante. Mais l'objection est sans importance, car je cherche autre chose que l'action de la paroi. Dans l'étude des causes complexes qui interviennent ici, je dois nécessairement me limiter et je me croirai satisfait si, considérant particulièrement l'une d'elles, je puis arriver à l'isoler suffisamment pour mettre son influence en lumière. C'est ce que je crois avoir réalisé avec mes cuvettes de gélose en ce qui concerne l'hygrométrie des voies respiratoires. D'ailleurs, je pourrais rappeler certaines expériences telles que la suivante. Quelque temps après avoir insufflé des spores dans les bronches de deux pigeons, j'ai retrouvé plusieurs de ces spores germées avec des filaments de : pigeon n° 15 (air sec), 21^{μ}; pigeon n° 16 (air humide), 46^{μ}. Mais, bien que concordant avec ceux qui précèdent, je ne puis signaler ces résultats qu'avec réserve, car les spores ont pu subir des déplacements avant, pendant, après la germination et dans l'extraction de l'appareil respiratoire.

» Enfin, un autre point intéressant m'a été fourni par l'oie n° 5. Deux cuvettes de gélose ensemencées avaient été fixées, l'une en haut, l'autre en bas, en avant du brechet et à une distance de 30^{cm} de la première. Après une durée de $11^{h}45^{m}$, j'ai mesuré les filaments mycéliens et obtenu les

chiffres suivants : en haut de la trachée, 110^{μ}; en bas, 146^{μ}; culture témoin à $39^{\circ},5$ et dans l'air saturé, 223^{μ}.

» Il ressort de tous ces faits que la germination des spores de *Sterigmatocystis nigra* placées dans les parties antérieures des voies respiratoires de quelques oiseaux se fait plus lentement que dans les cultures placées à la même température et dans l'air saturé; qu'elle dépend de la tension de la vapeur d'eau dans l'air extérieur et, pour une même tension, de la profondeur à laquelle ces spores sont placées dans ces voies.

» Au total, qu'elles soient provoquées par les modifications de l'air extérieur ou par la profondeur des points considérés, les variations hygrométriques de la cavité respiratoire de ces oiseaux sont suffisantes pour déterminer des variations appréciables dans la germination des spores de *Sterigmatocystis nigra* placées dans les régions voisines de l'entrée.

» Il me suffit, pour le moment, d'avoir établi cette notion générale d'hygrométrie pour un système de tubes inertes et pour le système des voies respiratoires vivantes. Il y a là quelque chose dont il faudra tenir compte dans l'étude des mycoses de l'appareil respiratoire, que ces mycoses soient primitives ou secondaires. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences sur la germination des grains de pollen en présence des stigmates.* Note de M. **Pierre-Paul Richer**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On peut faire germer artificiellement des grains de pollen, d'une espèce déterminée, dans de l'eau légèrement sucrée, ou même assez souvent dans l'eau pure, sans qu'ils soient en présence d'aucun stigmate; or, très souvent ces mêmes grains de pollen, mis dans l'eau en présence du stigmate d'une plante d'une autre espèce, ne germent pas, bien qu'ils soient alors en contact avec les substances nutritives émises par ce stigmate étranger. On peut se demander si le stigmate d'une espèce donnée ne contient pas des substances qui entravent la germination d'un pollen étranger.

» En appliquant la méthode de culture inaugurée par M. Van Tieghem [1], dans ses recherches sur le pollen, on a pu constater que les pollens d'un certain nombre d'espèces, ne germant pas dans l'eau pure, pouvaient germer en dehors du stigmate dans des solutions nutritives fai-

---

(1) Van Tieghem, *Annales des Sciences naturelles : Bot.*, 5e série, t. XII, 1871.

blement sucrées. Je me suis proposé de rechercher dans des cultures artificielles de pollen quelle peut être l'influence d'un stigmate sur la germination des grains de pollen de la même espèce ou d'une autre espèce; je vais résumer dans cette Note le résultat de ces recherches, entreprises au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

» On admet ordinairement que, si le pollen d'une plante germe rapidement sur le stigmate de la même plante, c'est parce qu'il y trouve des substances nutritives appropriées.

» M. Molisch [1] a montré, en effet, que le pollen d'Azalée, qui ne germe pas dans une goutte d'eau pure, germe si l'on met dans cette goutte un stigmate d'Azalée.

» En répétant cette expérience sur un certain nombre de pollens, pris parmi ceux qui ne germent ordinairement pas dans l'eau, mais qui germent dans une solution faible de glucose, j'ai pu constater que, chez quelques-uns d'entre eux, il suffit d'ajouter un fragment de la calotte supérieure du stigmate à la goutte d'eau pour provoquer immédiatement la germination du pollen.

» Les pollens de *Narcissus Tazetta*, *Clivia nobilis*, *Scilla nutans*, *Polygonatum multiflorum*, qui germent mal dans l'eau distillée, les pollens de *Verbacum Thapsus*, *V. floccosum*, *Rhododendron ponticum*, *Linaria vulgaris*, *Anthirrinum majus*, qui germent encore plus rarement dans l'eau, y poussent très rapidement de longs tubes en présence d'un stigmate de la même espèce.

» Ces quelques exemples prouvent bien qu'il existe, sur le stigmate, des substances spéciales qui, en passant dans la goutte de culture, déterminent l'émission rapide du tube pollinique.

» Il était intéressant de voir ce qui arriverait si l'on ajoutait à la goutte d'eau un stigmate autre que celui de l'espèce considérée. M. W. Burck [2], en opérant sur un certain nombre de plantes tropicales, a pu constater divers cas (*Mussænda*, *Pavetta*) dans lesquels un pollen germait avec des stigmates d'autres espèces du même genre, et ne germait pas avec des stigmates d'autres genres.

» J'ai pu moi-même observer que le pollen de *Scilla nutans* germe aussi bien en présence du stigmate de *Scilla campanulata* qu'en présence de son stigmate propre; que le pollen de *Rhododendron ponticum* germe facilement en présence des stigmates de *Kalmia angustifolia*, *Erica cinerea*; que les pollens de *Verbascum Thapsus*, *V. floccosum*, *V. Lychnitis* germent aussi bien en présence de leurs stigmates intervertis qu'en présence de leurs stigmates propres, — ce qui est d'accord avec la fréquente

---

(1) H. Molisch, *Zur Physiologie des Pollens* (*Sitzungsber. der math. naturw. Classe der Akademie der Wissensch. Wien*, Bd. CII, Abth. I, 1893).

(2) Dr W. Burck, *Preservatives on the stigma against the germination of foreign pollen* (*Acad. des Sc. d'Amsterdam*, 24 octobre 1900, et suite, 23 octobre 1901).

hybridation naturelle des espèces de *Verbascum*; — que le pollen de *Linaria vulgaris* germe très bien avec les stigmates d'*Anthirrinum majus*, *Verbascum Thapsus*, médiocrement avec les stigmates de *Linaria spuria*, *Rhinanthus Crista-Galli*, *Viola tricolor*, *Convolvulus sepium*, moins bien encore ou pas du tout avec les stigmates de *Sinapis arvensis*, *Lychnis dioica*, *Solanum nigrum*, *Campanula Rapunculus*, *Odontites rubra*; enfin que le pollen d'*Anthirrinum majus* germe en présence d'un stigmate de *Linaria vulgaris*, et ne germe pas à côté d'un stigmate de *Convolvulus arvensis*.

» Dans les cas où la présence d'un stigmate étranger empêche complètement des grains de pollen de germer, ces grains ne perdent pas pour cela leur pouvoir germinatif.

» En effet, le pollen de *Linaria vulgaris* mis en présence des stigmates de *Sinapis* ou de *Lychnis* ne germe pas dans ces conditions; mais si l'on substitue, dans les gouttes de culture, aux stigmates de ces deux plantes des stigmates de *Linaria vulgaris*, on constate que ces grains germent et produisent des tubes aussi longs que dans l'expérience directe. Donc les stigmates étrangers ne permettaient pas au pollen de germer, mais n'altéraient en rien son pouvoir germinatif.

» Le fait que la germination est difficile ou même impossible, quand on rapproche des plantes de familles différentes, explique pourquoi l'hybridation est impossible entre plantes éloignées. J'ai cependant pu observer quelques cas particulièrement intéressants, où une germination facile s'est produite : ainsi le pollen de *Rhododendron ponticum* germe très bien en présence du stigmate de *Tradescantia virginica*, le pollen de *Linaria vulgaris* en présence du stigmate d'*Œnothera biennis*, etc. Pour ces cas particuliers, je me propose de rechercher, par des expériences directes, quelles sont les autres causes qui, dans les conditions naturelles, pourraient empêcher le pollen de germer sur le stigmate d'une plante étrangère.

» En ne tenant pas compte de ces exceptions, on peut déduire de ce qui précède les conclusions suivantes. Le pollen d'un certain nombre d'espèces, qui ne germe pas dans l'eau pure, germe si l'on ajoute à l'eau un stigmate de la même espèce, ou celui d'une espèce voisine. Il germe beaucoup moins bien, ou même pas du tout, en présence du stigmate d'une plante très différente. Il y aurait donc, dans le stigmate, des substances assez spécialisées pour provoquer la germination du pollen de la plante et entraver celle d'un pollen étranger. »

M. **Raphaël Dubois** adresse une Note « Sur le mécanisme intime de la fonction photogénique; réponse à M. *James Dewar* ».

(Commissaires : MM. Lippmann, Giard, Delage.)

M. **Max Wolf** adresse une Note relative à des « photographies stéréoscopiques de la comète Perrine-Borrelly ».

(Commissaires : MM. Wolf, Janssen.)

M. **Fraichet** adresse, de Saint-Étienne, le résumé d'un travail « Sur la variation de résistance magnétique d'un barreau de traction ».

(Commissaires : MM. Sebert, Mascart.)

M. **Ed. Eldin** adresse une Note relative aux causes de la catastrophe survenue à l'aérostat « Le Bradsky ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 octobre 1902.

Atlas photographique de la Lune, publié par l'*Observatoire de Paris*, exécuté par M. M. Lœwy, Directeur de l'Observatoire, et M. P. Puiseux; 6e fascicule, planches XXX à XXXV. Paris, Imprimerie nationale, 1902; texte, 1 fasc. in-4°, et atlas, 1 fasc. in-f°.

Cours de Mécanique de la Faculté des Sciences. *Traité de Mécanique rationnelle*, par Paul Appell, Membre de l'Institut; t. III : *Équilibre et mouvement des milieux continus;* fasc. 2 et 3. Paris, Gauthier-Villars, 1900-1903; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Matériaux pour la minéralogie de Madagascar : *Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Ampasindava*, par M. A. Lacroix; 1er fasc. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*, 4e série, IV.) Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy. Hommage de l'auteur.)

Chirurgie antique. *Le speculum de la matrice à travers les âges*, par le Dr V.

Deneffe. Paris, J.-B. Baillière et fils; Anvers, H. Caals; 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Invention. *Tonneaux en liège*, par René Mounaud. Guelma, Cyprien Nataf, 1902; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale : *Table des brevets d'invention et des certificats d'addition*, année 1901. Paris, 1902; 1 fasc. in-4°.

Les Fêtes, publication mensuelle, Directeur : C.-C. Calderon; n° 1, octobre 1902, 4e année. Paris, 1 feuille in-4°.

Œuvres complètes de J.-C. Galissard de Marignac; t. I : *Notice biographique; travaux divers*. 1840-1860; publiées hors série sous les auspices de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, par E. Ador. Genève, Ch. Eggimann et Cie; Paris, Masson et Cie; Berlin, Friedlander et fils. (Hommage de la famille de Marignac.)

Philosophical transactions of the Royal Society of London; series A, vol. 197, 198; series B, vol. 194. Londres, Harrison et fils, 1901-1902; 3 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 octobre 1902.

M. É. Picard présente en hommage à l'Académie, au nom de M. Arthur Korn, les cinq Ouvrages suivants :

Abhandlung über Dynamik, von D'Alembert, de l'Académie royale des Sciences, 1743; übersetzt und herausgegeben von Arthur Korn, mit 4 Tafeln. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1899; 1 fasc. in-18.

Lehrbuch der Potentialtheorie : I. Allgemeine Theorie des Potentials und der Potentialfunktionen im Raume; II. Allgemeine Theorie des logarithmischen Potentials und der Potentialfunktionen in der Ebene, von Dr Arthur Korn. Berlin, Ferd. Dümmler, 1899-1900; 2 vol. in-8°.

Fünf Abhandlungen zur Potentialtheorie, von Dr Arthur Korn. Berlin, Ferd. Dümmler, 1902; 1 vol. in-8°.

Eine Theorie der Gravitation und der elektrischen Erscheinungen auf Grundlage der Hydrodynamik, von Dr Arthur Korn. Berlin, Ferd. Dümmler, 1898; 1 vol. in-8°.

Eine mechanische Theorie der Reibung in kontinuierlichen Massensystemen, von Dr Arthur Korn. Berlin, 1901; 1 vol. in-8°.

Instructions pour se servir de la machine à calculer perfectionnée de Tate. Londres, C. et E. Layton, s. d.; 1 fasc. in-12.

Account of determination of the coefficients of expansion of the wires of Jäderin base-line apparatus, by G.-P. Lenox Conyngham. (Survey of India. Professional paper, n° 2 of 1902.) Dehra Dun, 1902; 1 fasc. in-4°.

Bestimmung der Polhöhe und der Intensität der Schwerkraft in der Nähe der des Berliner Meridians, von Arkona bis Elsterwerda, sowie auf einigen anderen Stationen nebst Azimutmessungen auf drei Stationen: mit zwei Tafeln. (Veröffentlich. der königl. Preus. Geodätischen Institutes; neue Folge, n° 9.) Berlin, P. Stankiewicz, 1902; 1 vol. in-8°.

Six thèses sur divers sujets adressées par l'Université de Pensylvanie. Philadelphie, 1901-1902; 5 fasc. in-8°.

Royal Institution of Great Britain. List of the Members, officers, and professors, 1902. Londres; 1 fasc. in-8°.

University of Pennsylvania. Contributions from the Zoölogical Laboratory, 1901. Boston, Mass., Ginn et Cie, 1902; 1 vol. in-8°.

Miscellaneous scientific papers of the Allegheny Observatory; new series, n°s 5-7. Lancaster, Pa., s. d.; 3 fasc. in-8°.

Anales del Museo nacional de Montevideo, pub. bajo la dir. del Prof. I. Arechavaleta; t. IV, p. I, p. 1-28. Montevideo, 1902; 1 fasc. in-4°.

Boletin de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba (Republica Argentina); t. XVII, entr^a^ 1^a^. Buenos-Ayres, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College; vol. XLI, n° 1. Cambridge, Mass., 1902; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften. Math.-nat. Classe; Bd. CX, Abtheilung I, Heft V-VII; Abth. II_a, H. VIII-X; Abth. II_b. H. VIII u. XI; Abth. III, H. I-X. Vienne, 1901; 6 fasc. in-8°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; Bd. LXX. Vienne, 1901; 1 vol. in-4°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac, for the years 1855-1857, 1859-1864, 1888. Washington, 1852-1879; 10 vol. in-4°.

Astronomical Papers, prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac; Vol. V, parts 1 and 2; Vol. VI, parts 1-3; Vol. VII, part 1; Vol. VIII. Washington, 1894-1898; 5 fasc. et 1 vol. in-4°.

U. S. Geological Survey. Mineral resources of the United States, calendar year 1900. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States Geological Survey; n°s 177-190, 192 and 193, 194. Washington, 1901-1902; 6 vol. et 9 fasc. in-8°.

Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College, Edward-C. Pickering, Director; Vol. XXXVIII; Vol. XLI, n°s 8, 9. Cambridge, Mass., 1902; 1 vol. et 2 fasc. in-4°.

Proceedings of the American philosophical Society; Vol. XLI, n° 169. Philadelphie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; Vol. LIV, part 1. Philadelphie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 octobre 1902.

Recherches paléontologiques de M. André Tournouër en Patagonie, par M. Albert Gaudry. Autun, imp. Dejussieu, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Observations sur quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas, par R. Zeiller, Membre de l'Institut. (*Memoirs of the Geological Survey of India, Palæontologia Indica*. New series; vol. II. Planches I to VII.) Calcutta, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Théorie des moteurs à gaz : Conférences faites à l'Automobile-Club de France, par George Moreau. Paris, Ch. Béranger, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière. Hommage de l'auteur.)

Société de Secours des Amis des Sciences, fondée par L.-J. Thénard. *Compte rendu* du quarante-deuxième exercice. *Séance publique annuelle, tenue le* 30 *mai* 1902, dans l'amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°.

Des sources naturelles de la Musique, recherches et déductions dans la théorie musicale et les harmoniques, par G. Paillard-Fernel. Paris, Fischbacher, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

De l'introduction et de la culture du maïs dans le midi de la France, par Alfred Caraven-Cachin. Paris, Masson et Cie, J.-B. Baillière et fils, 1902; 1 fasc. in-8°.

Catalog der in Norwegen bis Juni 1878 *beobachteten Nordlichter,* zusammengestelt v. Sophus Tromholt, herausgegeb. v. J.-Fr. Schroeter. Christiania, Jacob Dybwaa, 1902; 1 vol. in-4°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 15 septembre 1902.)

Note de M. *Edmond van Aubel,* Sur la résistance électrique des corps peu conducteurs aux très basses températures :

Page 456, ligne 19, *au lieu de* $3^{mm^2},93 \times 3^{mm^2},98$, *lisez* $3^{mm},93 \times 3^{mm},98$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 OCTOBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration de l'irréductibilité absolue de l'équation* $y'' = 6y^2 + x$. Note de M. **Paul Painlevé**.

« 1. Je suis parvenu récemment à démontrer l'*irréductibilité absolue* de l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = 6y^2 + x,$$

la plus simple des équations différentielles du second ordre qui définissent des transcendantes uniformes nouvelles.

» Précisons d'abord le problème qui se pose. Considérons une équation quelconque de la forme

$$(2) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = R(x, y) \qquad (\text{R rationnel en } x, y),$$

que nous écrirons ainsi :

$$(3) \qquad \frac{dy}{dx} = z, \qquad \frac{dz}{dx} = R(x, y).$$

» Soient $u(x, y, z)$, $v(x, y, z)$ deux intégrales premières (distinctes) de (2); elles vérifient les équations

$$(4) \qquad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} z + \frac{\partial u}{\partial z} R(x, y) = 0, \qquad \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} z + \frac{\partial v}{\partial z} R(x, y) = 0,$$

équations compatibles avec la suivante (qui résulte de la connaissance

d'un dernier multiplicateur) :

$$(5) \qquad \frac{\partial u}{\partial z}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial z} = 1.$$

» Il est clair que des systèmes (4), (5) on peut en déduire une infinité d'autres (algébriques) en effectuant sur u, v une transformation ponctuelle telle seulement que le jacobien de la transformation soit algébrique par rapport aux nouvelles variables u, v. Plus généralement, on pourra remplacer l'équation (5) par la suivante :

$$\frac{D(u, v)}{D(y, z)} = A(u, v),$$

$A(u, v)$ vérifiant un système (compatible) arbitrairement choisi d'équations algébriques en u, v, $\frac{\partial A}{\partial u}$, $\frac{\partial A}{\partial v}$, $\frac{\partial^2 A}{\partial u^2}$, ... Soit Σ un quelconque de ces systèmes : il est évident que l'intégration d'un système Σ exige, au préalable, celle du système (4) et (5). L'équation (2) n'est donc *réductible* que s'il existe des équations algébriques en x, y, z, u, v, $\frac{\partial u}{\partial x}$, ..., $\frac{\partial v}{\partial z}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial u^2}$, ..., qui soient compatibles ([1]) avec les équations (4) sans en résulter, et qui forment avec (4) un système distinct de tous les systèmes Σ. *Dans le cas contraire, l'intégrale générale de l'équation* (2) *ne peut être définie par aucun système différentiel plus facile à intégrer que le système* (4), (5) *ou d'ordre différentiel moindre;* le groupe de rationalité de l'équation (2) est alors le groupe infini

$$u_1 = \varphi(u, v), \qquad v_1 = \psi(u, v), \qquad \frac{D(\varphi, \psi)}{D(u, v)} = 1.$$

» 2. Ceci posé, je vais montrer que l'équation (1) est *irréductible*. Si l'on veut encore, au point de vue de l'intégration *formelle*, elle appartient à la classe d'équations (2) *la plus générale*. En particulier, *il est impossible qu'une intégrale première* $u(x, y, z)$ *vérifie une équation algébrique en* x, y, z, u, $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial u}{\partial z}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, ..., *qui ne soit pas une conséquence de l'équation*

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} z + \frac{du}{\partial z}(6y^2 + x) = 0.$$

([1]) J'entends par là que ces équations ont, avec (4), au moins une solution commune u, v, où u, v sont deux fonctions distinctes de x, y, z.

» La démonstration repose essentiellement sur le théorème de M. Drach, sans lequel le problème serait inabordable. Ce théorème (combiné avec l'énumération des groupes continus à deux variables qu'a donnée S. Lie) conduit aussitôt à la conclusion suivante :

« Si une équation (2) est réductible :

» 1° Ou bien il existe un système linéaire en $u(x, y, z)$ dont l'intégrale » générale est de la forme $u = \alpha u_1 + \beta u_2 + \gamma$ [α, β, γ sont des constantes » arbitraires; u_1, u_2 deux intégrales premières distinctes de (2)]. Autrement » dit, le groupe de rationalité de l'équation (2) est linéaire, et même » linéaire spécial.

» 2° Ou bien une intégrale première $u(x, y, z)$ vérifie le système » rationnel

$$(6) \qquad \frac{\frac{\partial u}{\partial x}}{L(x, y, z)} = \frac{\frac{\partial u}{\partial y}}{M(x, y, z)} = \frac{\frac{\partial u}{\partial z}}{N(x, y, z)}. \text{ »}$$

Nous allons voir que ces deux hypothèses sont inadmissibles pour l'équation (1).

3. L'hypothèse 1° peut être écartée par une discussion où intervient le développement d'une solution quelconque $y(x)$ de (1) autour d'un de ses pôles x_0, à savoir (¹) :

$$(7) \qquad \begin{cases} y(x) = \dfrac{1}{(x - x_0)^2} - \dfrac{x_0}{10}(x - x_0)^2 - \dfrac{1}{6}(x - x_0)^3 \\ \quad + h(x - x_0)^4 + (x - x_0)^6(\ldots), \qquad (h \text{ constante arbitraire}). \end{cases}$$

» Mais une remarque intuitive, qui m'a été communiquée par M. Drach, évite toute discussion : si le groupe de rationalité de (1) est linéaire, il en va de même pour l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = 6y^2 + \alpha x + \beta \qquad (\alpha, \beta \text{ constantes quelconques})$$

[qui se déduit de l'équation (1) en changeant y en $\frac{y}{\alpha^2}$ et x en $(\alpha x + \gamma)$], et en particulier pour l'équation $y'' = 6y^2 + \beta$. Or, le groupe de cette dernière équation est connu, et (pour $\beta \neq 0$) peut recevoir la forme

$$u_1 = u, \qquad v_1 = v + a\omega_1(u) + b\omega_2(u) + c$$

(a, b, c paramètres du groupe; ω_1 et ω_2 périodes de l'intégrale elliptique

(¹) *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXVIII, 1900, p. 28.

de module u). Comme ce groupe reste transcendant après n'importe quelle transformation ponctuelle, il ne saurait être semblable à un groupe linéaire.

» 4. Étudions l'hypothèse 2°. Il est loisible d'admettre que, dans les égalités (6), M et N sont des polynomes premiers entre eux, L étant donné par la relation : $L + Mz + N(6y^2 + x) \equiv 0$.

» La condition de compatibilité des équations (6) s'écrit aussitôt

$$\frac{\frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} z + \frac{\partial M}{\partial z}(6y^2 + x) + 12yN}{\frac{\partial N}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} z + \frac{\partial N}{\partial z}(6y^2 + x) + M} = \frac{M}{N},$$

ou encore (la fraction $\frac{M}{N}$ étant irréductible) :

$$(8) \quad \begin{cases} \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} z + \frac{\partial M}{\partial z}(6y^2 + x) + 12yN = H(x, y, z)M, \\ \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} z + \frac{\partial N}{\partial z}(6y^2 + x) + M \quad = H(x, y, z)N, \end{cases}$$

H désignant un polynome; il suffit de comparer les degrés des deux membres des deux égalités (8) pour voir que H est au plus du premier degré en z, et du second en y.

» Les conditions (8) expriment que M, N, H, quand on y remplace y par une solution *arbitraire* $y(x)$ de (1) et z par $\frac{dy}{dx}$, deviennent des fonctions $M_1(x)$, $N_1(x)$, $H_1(x)$, qui vérifient les équations

$$\frac{dM_1}{dx} + 12y(x)N_1 = H_1 M_1, \qquad \frac{dN_1}{dx} + M_1 = H_1 N_1,$$

et, par suite,

$$\frac{d^2 N_1}{dx^2} = 2H_1 \frac{dN_1}{dx} + \left[\frac{dH_1}{dx} - H_1^2 + 12y(x)\right] N_1;$$

si donc on pose

$$(9) \qquad P_1 = N_1 e^{\int H_1(x)dx},$$

il vient

$$(10) \qquad \frac{d^2 P_1}{dx^2} = 12y(x)P_1.$$

» Dans le voisinage d'un pôle $x = x_0$ de $y(x)$, cette équation (10), très analogue à une équation de Lamé, a son intégrale générale méromorphe [en vertu de la formule (7)], ce qui exige [d'après (9)] que $H_1(x)$ n'ait que des pôles simples. Or, H_1 est de la forme

$$a(x) + y'b(x) + y[a_1(x) + y'b_1(x)] + y^2[a_2(x) + y'b_2(x)],$$

et, si l'on remplace y et y' d'après (7), on voit que les pôles de H_1 sont au moins doubles, à moins que H ne se réduise identiquement à $a(x)$. En définitive, *si l'équation* (1) *est réductible, il existe un polynome en y, z, holomorphe en x*, — à savoir $P(x, y, z) \equiv N(x, y, z)e^{\int a(x)dx}$, — *qui satisfait à la condition* (10), *où* P_1 *désigne la fonction de x obtenue en remplaçant* (*dans* P) *y et z par une solution arbitraire $y(x)$ de* (1) *et sa dérivée.* Toute la difficulté est de montrer qu'une telle expression P n'existe pas.

» 5. A cet effet, je change x en αx, y en $\frac{y}{\alpha^2}$, z en $\frac{z}{\alpha^3}$. L'équation (1) devient

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 6y^2 + \beta x \qquad (\beta = \alpha^5), \tag{11}$$

et l'intégrale générale de (11) se laisse développer sous la forme (*loc. cit.*, p. 25) :

$$\left\{\begin{aligned} y &= p(x+k, 0, -2h) + \frac{\beta}{6h}[\zeta(xp' + 2p) + 2xp^2] + \beta^2[\ldots] + \ldots \\ &\equiv p + \beta\chi + \ldots \qquad\qquad (h,\ k \text{ constantes arbitraires}). \end{aligned}\right. \tag{12}$$

D'autre part, le polynome P (multiplié par une puissance convenable de α) devient

$$P \equiv Q(x, y, z) + \alpha^j R(x, y, z) + \alpha^{j+1}(\ldots); \tag{13}$$

Q, R désignent des polynomes en x, y, z, et Q se reproduit (multiplié par une puissance convenable de α) si l'on y change x en αx, y en $\frac{y}{\alpha^2}$, z en $\frac{z}{\alpha^3}$. Quand, dans P, on remplace y et z par le développement (12) et le développement dérivé, la fonction $P_1(x, h, k, \alpha)$ ainsi obtenue vérifie identiquement la condition

$$\frac{d^2P_1}{dx^2} = 12P_1[p(x+k, 0, -2h) + \beta\chi + \ldots]. \tag{14}$$

Tout d'abord, il est loisible d'admettre (comme on le voit aisément) que α

ne figure que par les puissances de α^2 dans l'égalité (13). De plus, pour $\alpha = 0$, la fonction $Q_1(x) \equiv Q[x, p(x+k, 0, -2h), p'(x+h, 0, -2h)]$ vérifie l'équation

$$(15) \qquad \frac{d^2 Q_1}{dx^2} = 12\,p(x+k, 0, -2h)\,Q_1(x),$$

équation dont l'intégrale générale (*loc. cit.*, p. 25) s'écrit

$$C_1(x p' + 2 p) + C_2 p';$$

il suit de là aussitôt [en tenant compte de l'homogénéité spéciale de $Q(x, y, z)$] que Q coïncide (à un facteur numérique près qu'on prend égal à l'unité) avec une des deux expressions

$$z\left(\frac{z^2}{2} - 2y^3\right)^m \qquad \text{ou} \qquad (xz + 2y)\left(\frac{z^2}{2} - 2y^3\right)^m.$$

Dans le premier cas, on a

$$P_1(x, h, k, \alpha) = h^m p'(x, 0, -2h) + \beta(\varpi + \rho) + \beta^2(\ldots),$$

avec

$$\varpi = h^m \chi' + m h^{m-1} p'(\chi' p' - 6 p^2 \chi), \qquad \rho = R(x, p, p'),$$

et l'équation (14) entraîne la relation

$$(16) \qquad \frac{d^2 \rho}{dx^2} - 12 \rho p = 12 p \varpi + 12 h^m p' \chi - \varpi''.$$

Le premier membre de l'équation (16) est un polynome en x, p, p'; le second membre (d'après les expressions de χ et de ϖ) est de la forme $\lambda\zeta + \mu$, λ et μ étant des polynomes en x, p, p', et le coefficient λ n'étant pas identiquement nul, comme on le vérifie immédiatement. La fonction $\zeta(x)$ de Weierstrass s'exprimerait donc rationnellement en x, p, p', résultat absurde.

» Le même raisonnement s'applique sans modification à la seconde expression possible de Q. La démonstration est terminée.

» 6. L'équation (1) est donc irréductible au sens le plus absolu du terme, quant à son intégrale générale. Mais on pourrait penser que certaines solutions *exceptionnelles* $y(x)$ échappent à cette conclusion. Il n'en est rien. Imaginons, en effet, que l'on connaisse un système différentiel ALGÉBRIQUE (d'ailleurs quelconque) définissant certaines solutions $y(x)$ de (1), mais non l'intégrale générale : ou bien ces solutions exceptionnelles seront isolées, et alors elles seront sûrement algébriques (ce que l'on sait impossible);

ou bien elles dépendront d'une seule constante arbitraire, et une famille de ces solutions vérifiera une équation algébrique $P(x, y, y') = 0$, ce que l'on sait encore impossible (*loc. cit.*, p. 42). Aucun procédé d'intégration formelle, quel qu'il soit, ne saurait donc simplifier la recherche de l'intégrale générale de (1), ni la recherche de solutions particulières. En définitive, *l'équation* (1) *comporte*, DE PAR LA THÉORIE DES FONCTIONS, *une intégration aussi parfaite que celle de l'équation de Jacobi par les fonctions elliptiques, tandis qu'elle n'est attaquable par aucune méthode d'*INTÉGRATION FORMELLE. C'est le premier exemple connu d'équation différentielle qui possède cette remarquable propriété.

» 7. Les mêmes conclusions s'appliquent à l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2y^3 + xy + \alpha \qquad (\alpha \text{ const. quelconque});$$

toutefois, pour des valeurs exceptionnelles de α, certaines solutions particulières $y(x)$ vérifient une équation de Riccati. Le troisième type d'équation

$$y'' = \frac{y'^2}{y} + e^x(\alpha y^2 + \beta) + e^{2x}\left(\gamma y^3 + \frac{\delta}{y}\right),$$

qui définit des transcendantes méromorphes de genre infini, est, lui aussi, absolument irréductible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Synthèse des hydrosulfites alcalins et alcalino-terreux anhydres*. Note de M. HENRI MOISSAN.

« Schœnbein avait remarqué qu'une solution aqueuse d'acide sulfureux produit, au contact du zinc, un liquide qui possède la propriété curieuse de décolorer l'indigo et la teinture de tournesol ([1]). En 1869, Schützenberger ([2]), dans un très intéressant Mémoire, a démontré qu'il se produisait, dans ces conditions, un sel de zinc d'un nouvel acide du soufre auquel il donna le nom d'*acide hydrosulfureux*.

» Schützenberger, en étudiant cette réaction, a préparé un sel bien

([1]) SCHOENBEIN, *Journal für praktische Chemie*, t. LXI, p. 193.

([2]) SCHÜTZENBERGER, *Sur un nouvel acide du soufre* (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 196, et *Annales de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XX, p. 351).

cristallisé, l'hydrosulfite de sodium, auquel il assigna la formule

$$SO^2NaH + H^2O,$$

formule correspondant à l'acide SO^2H^2.

» D'après ce savant, cet acide se formait suivant les réactions

$$SO^2 + H^2O + Zn = SO^3Zn + H^2,$$
$$SO^2 + H^2 = SO^2H^2.$$

» En 1880, M. Bernthsen [1], ayant repris l'étude de cette question, émit des doutes sur la formule de l'hydrosulfite de sodium. Schützenberger répondit par la publication de nouvelles analyses et maintint ses conclusions [2]. Après avoir poursuivi ses expériences, M. Bernthsen [3] donna, comme formule du sel de sodium de ce nouvel acide, $NaSO^2$, ou plutôt, en doublant la formule, $Na^2S^2O^4$.

» A propos de cette discussion, différents auteurs entreprirent des recherches sur ce sujet. M. Grossmann [4], puis M. Prud'homme [5] admirent la formule de Schützenberger.

» MM. Bernthsen et Bazlen reprirent ensuite l'étude de la préparation de l'hydrosulfite de sodium, et par une heureuse modification (addition d'une quantité d'acide sulfureux libre égale à la moitié de celle que renferme le bisulfite) ils obtinrent ce sel en abondance, sous forme de très beaux cristaux. Après en avoir fait une analyse très exacte, ils ont maintenu la formule indiquée précédemment par M. Bernthsen [6].

» Récemment, en 1899, M. Arnold Nabl, poursuivant une idée indiquée par Schützenberger dans son Mémoire publié aux *Annales de Physique et de Chimie*, a préparé l'hydrosulfite de zinc par l'action de l'anhydride sulfureux en solution dans l'alcool sur la poussière de zinc. L'analyse de cet hydrosulfite le conduisit à la formule ZnS^2O^4.

---

(1) BERNTHSEN, *Berichte*, t. XIII, p. 2277, et *Ann. der Chemie*, t. CCVIII, p. 142, et t. CCXI, p. 285.

(2) SCHÜTZENBERGER, *Sur l'hydrosulfite de soude* (*Comptes rendus*, t. XCII, 1881, p. 875).

(3) BERNTHSEN, *Sur la composition de l'hydrosulfite de soude et de l'acide hydrosulfureux* (*Comptes rendus*, t. XCIII, 1881, p. 74).

(4) GROSSMANN, *Journ. of the Soc. of chem. indust.*, 1898, p. 1109, et 1899, p. 452.

(5) PRUD'HOMME, *Bul. Soc. de Mulhouse*, 1899, p. 216.

(6) BERNTHSEN et BAZLEN, *Berichte*, t. XXXIII, 1900, p. 126.

» En résumé, cette discussion portait sur le choix à faire entre deux formules

$$Na^2S^2O^4 \quad \text{et} \quad Na^2H^2S^2O^4.$$

» Ce choix, du reste, est assez difficile à établir au moyen d'une analyse, par suite du poids peu élevé d'une molécule d'hydrogène.

» Nous avons pensé que les réactions nouvelles, présentées par les hydrures alcalins, pourraient nous aider à résoudre cette question, en nous appuyant non plus sur le poids de l'hydrogène, mais sur son volume. Toutes les réactions dans lesquelles l'hydrogène peut être mesuré en volume prennent de suite une exactitude très grande.

» Nous avons fait voir précédemment que l'acide carbonique se fixait, à la température ordinaire, sur les hydrures alcalins pour donner un formiate [1]

$$CO^2 + KH = HCO^2K.$$

» Par analogie, nous avons fait réagir l'anhydride sulfureux sur l'hydrure de potassium.

» A la température de $-74°$, l'anhydride sulfureux ne réagit pas sur l'hydrure de potassium ou, du moins, si la réaction commence, elle est très vite limitée par la formation d'une couche mince de sel insoluble dans l'acide sulfureux.

» Lorsque l'on condense de l'anhydride sulfureux liquide dans un tube renfermant de l'hydrure de potassium à une température de $-40°$, il se produit, après quelques instants de contact, une détonation violente. Cette explosion est accompagnée d'une flamme.

» Pour modérer la réaction, nous avons fait arriver lentement un courant de gaz anhydride sulfureux sur l'hydrure de potassium, dans le tube même où ce composé avait été préparé. La combinaison se produit à la température ordinaire, l'hydrure s'échauffe beaucoup, souvent même devient incandescent. Si l'élévation de température n'a pas été trop grande, il est facile d'établir qu'il s'est formé dans ces conditions un mélange d'hydrosulfite, de sulfate et de sulfure alcalin. En opérant avec lenteur, on peut éviter la production du sulfate et du sulfure.

» *Hydrosulfite de potassium. Préparation.* — Pour obtenir cet hydrosulfite anhydre, on prend le tube de verre dans lequel l'hydrure de potassium

---

(1) MOISSAN, *Sur une nouvelle synthèse de l'acide formique* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 261).

a été préparé par un procédé que nous avons décrit précédemment ([1]), et l'on fait arriver dans ce tube l'anhydride sulfureux sous pression réduite ou à la pression atmosphérique, à la condition de l'avoir dilué dans son propre volume d'hydrogène. La réaction se poursuit alors lentement à la température ordinaire, avec un léger dégagement de chaleur, mais sans incandescence. La décomposition n'est complète qu'après 50 à 60 heures environ.

» On obtient ainsi un sel blanc qui, repris par une petite quantité d'eau exempte d'oxygène, fournit par simple évaporation à l'abri de l'air de fines aiguilles transparentes ou de petits cristaux aciculaires groupés en étoiles.

» *Propriétés.* — Le sel formé par l'action de l'anhydride sulfureux sur l'hydrure de potassium, dissous dans de l'eau bouillie saturée de gaz azote, puis acidulé par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, nous a donné à l'abri de l'air les réactions suivantes :

» 1° Réduction du sulfate de cuivre ammoniacal avec formation de cuivre et d'hydrure de cuivre à la température de + 30°.

» 2° Décoloration de l'indigo et de la teinture de tournesol. Ces solutions, par agitation avec l'air, reprennent à froid leur teinte primitive.

» 3° Le chlorure mercurique est ramené à l'état de chlorure mercureux à froid, avec un faible dépôt gris de mercure métallique.

» 4° L'azotate d'argent, le chlorure d'or et le chlorure de platine sont réduits à la température ordinaire avec dépôt instantané de métal.

» 5° Avec une solution d'acide chlorhydrique au cinquième, la liqueur devient jaune sans dépôt de soufre;

» 6° Une solution de ce sel absorbe l'oxygène à froid avec rapidité;

» 7° Réduction instantanée du permanganate.

» Toutes ces propriétés répondent bien à celles d'un hydrosulfite alcalin.

» *Synthèse et analyse.* — Un tube de verre contenant l'hydrure de potassium et rempli de gaz hydrogène est pesé. Puis on fait agir lentement l'acide sulfureux sous pression réduite pendant un temps suffisant pour que la réaction soit complète ([2]).

([1]) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de potassium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 18). — *Préparation et propriétés de l'hydrure de sodium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 71).

([2]) Si la réaction n'est pas complète, on peut faire le vide dans le tube en verre après l'avoir pesé plein d'hydrogène, puis dissoudre lentement le sel dans l'eau. L'hydrure non attaqué fournit alors de l'hydrogène $KH + H^2O = KOH + H^2$. Au moyen

Lorsque la réaction est terminée, on fait passer un courant d'hydrogène et l'on pèse le tube. L'augmentation de poids donne la quantité d'anhydride sulfureux fixé par l'hydrure en tenant compte de la perte d'hydrogène.

» On lave ensuite le tube de verre à l'eau bouillie et, après l'avoir bien desséché, il est pesé de nouveau, plein d'hydrogène. On obtient ainsi par différence le poids de l'hydrure mis en réaction.

» Après cette synthèse, on procède à l'analyse de la solution, qui est tout d'abord oxydée par l'acide azotique. Le soufre est dosé à l'état de sulfate de baryum et le potassium sous forme de sulfate neutre. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

				Théorie	
	1.	2.	3.	pour $K^2H^2S^2O^4$.	pour $K^2S^2O^4$.
S par synthèse....	31,17	31,13	»	30,77	31,07
K par synthèse...	37,77	37,93	»	37,50	37,86
S par analyse....	30,76	30,85	30,93	»	»
K par analyse....	38,51	38,49	»	»	»

» Ces analyses rapprochent l'hydrosulfite préparé par synthèse de l'hydrosulfite de Bernthsen. Mais, pour qu'il ne reste aucun doute sur l'établissement de cette formule, il était indispensable de recueillir l'hydrogène qui devait se dégager dans la réaction. Pour cela, nous nous sommes assuré, tout d'abord, que, par l'action de l'anhydride sulfureux absolument sec sur l'hydrure de potassium, il se dégageait bien de l'hydrogène et que son volume était d'autant plus grand que le poids d'hydrure mis en réaction était plus élevé.

» Pour déterminer la réaction d'une façon complète, nous avons fait circuler, au moyen d'une trompe à mercure, un certain volume d'acide sulfureux au travers d'un tube de verre contenant un poids déterminé d'hydrure de potassium. Dans ce circuit se trouvait une cloche à robinet de 80^{cm} de haut qui permettait, à un moment donné, d'isoler et de recueillir les gaz. La durée de l'expérience était comprise entre 36 et 60 heures. Le volume de gaz variait peu pendant la réaction. A la fin de l'expérience, le gaz, recueilli à la trompe, était porté sur la cuve à mercure, et l'excès d'anhydride sulfureux était absorbé par la potasse. Le gaz restant était de l'hydrogène pur, ainsi que la combustion eudiométrique l'a établi. De cette première partie de l'expérience nous pouvons conclure que, dans la réaction lente de l'anhydride sulfureux sur l'hydrure de potassium, il se dégage

du volume d'hydrogène dégagé on peut calculer le poids d'hydrure qui n'est pas entré en réaction.

un volume d'hydrogène sensiblement égal au volume d'acide sulfureux absorbé. La formule de M. Bernthsen se trouve ainsi complètement vérifiée.

» Mais cette expérience a été exécutée d'une façon plus précise. Le tube à hydrure, après fixation de l'acide sulfureux, a été pesé à nouveau et nous a donné les résultats que nous indiquons ci-dessous :

» *Première expérience.* — Anhydride sulfureux absorbé, $0^g,835$; hydrogène dégagé, 140^{cm^3} à 0° et à 760^{mm}; hydrure de potassium mis en réaction, $0^g,622$. D'après la quantité d'hydrure, l'anhydride absorbé aurait dû être de $0^g,8352$ et l'hydrogène dégagé 146^{cm^3} pour satisfaire à l'égalité

$$S^2O^4 + 2KH = K^2S^2O^4 + H^2.$$

» *Deuxième expérience.* — Anhydride sulfureux absorbé, $0^g,376$; hydrogène dégagé, 63^{cm^3} à 0° et à 760^{mm}; hydrure mis en réaction, $0^g,2369$. D'après la quantité d'hydrure, l'anhydride absorbé aurait dû être $0^g,3789$ et l'hydrogène dégagé 66^{cm^3}.

» Une *troisième expérience* a donné des résultats identiques : anhydride sulfureux absorbé, $1^g,157$; hydrogène dégagé, 199^{cm^3} à 0° et à 760^{mm}; hydrure mis en réaction, $0^g,7145$. D'après la quantité d'hydrure, l'anhydride absorbé aurait dû être $1^g,1432$ et l'hydrogène dégagé $201^{cm^3},98$.

» *Hydrosulfite de sodium.* — L'anhydride sulfureux réagit plus énergiquement sur l'hydrure de sodium que sur l'hydrure de potassium. Si l'on n'a pas soin de diluer l'acide sulfureux dans l'hydrogène, il se produit toujours une quantité notable de sulfure et de sulfate.

» Lorsque l'on reprend par une petite quantité d'eau bouillie l'hydrosulfite de sodium anhydre, on obtient tout d'abord des prismes bien cristallisés ou des houppes soyeuses assez longues. On rencontre aussi dans la solution, lorsqu'elle est saturée, de petits prismes surmontés de pyramides, mais le lendemain ces derniers ont disparu, et l'on ne trouve plus que des aiguilles répondant à la formule $Na^2S^2O^4 2H^2O$. Ce sel présente toutes les réactions réductrices des hydrosulfites.

» L'analyse, faite par la méthode que nous avons décrite précédemment, nous a donné les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie pour $Na^2H^2S^2O^4$.	Théorie pour $Na^2S^2O^4$.
S par synthèse	36,65	36,68	36,36	36,73
Na par synthèse	26,23	26,29	26,14	26,44
S par analyse	36,66	36,61		
Na par analyse	26,96	27,00		

» *Hydrosulfite de lithium.* — L'hydrure de lithium réagit de même sur l'acide sulfureux, mais cette préparation est plus délicate que celle des

hydrosulfites de potassium et de sodium. La réaction est très lente à la température ordinaire et l'on doit chauffer légèrement. Mais vers + 50°, avec l'acide sulfureux, sous pression réduite, il commence déjà à se produire du sulfure de lithium.

» La solution d'hydrosulfite de lithium décolore l'indigo, réduit le permanganate et les sels d'argent, d'or et de platine. Elle présente toutes les réactions des hydrosulfites. Cette synthèse de l'hydrosulfite de lithium se fait encore avec départ d'hydrogène.

» *Hydrosulfite de calcium.* — La réaction est identique avec l'hydrure de calcium, mais, pour qu'elle soit complète, il est indispensable de faire agir l'anhydride sulfureux, d'abord très lentement sous pression réduite, puis finalement d'augmenter la pression jusqu'à dépasser de 200^{mm} environ la pression atmosphérique.

» L'hydrosulfite de calcium est soluble dans l'eau et possède toutes les propriétés réductrices des hydrosulfites.

» *Hydrosulfite de strontium.* — Grâce à l'obligeance de M. Henri Gautier, qui a bien voulu préparer à notre intention quelques échantillons d'hydrure de strontium, nous avons pu obtenir cet hydrosulfite par action de l'anhydride sulfureux sur l'hydrure. Il est utile de porter lentement l'hydrure jusqu'à la température de 70° et de le maintenir longtemps dans un courant d'anhydride sulfureux sous une pression supérieure à la pression atmosphérique.

» Le contenu du tube, repris par l'eau bouillie, saturé d'azote, nous a fourni une solution très réductrice. Elle décolorait immédiatement le sulfate d'indigo, qui reprenait ensuite sa teinte par simple oxydation à l'air. Elle réduisait aussi le sulfate de cuivre ammoniacal avec précipitation d'hydrure mélangé de cuivre.

» Enfin, comme les solutions précédentes, elle réduisait le chlorure mercurique en chlorure mercureux et précipitait les métaux des solutions d'azotate d'argent, des sels d'or et de platine.

» Cette synthèse de l'hydrosufilte de strontium par action de l'anhydride sulfureux sur l'hydrure se produisait aussi avec mise en liberté d'hydrogène.

» *Conclusions.* — L'anhydride sulfureux réagit, à la température ordinaire et dans certaines conditions de pression, sur les hydrures alcalins et alcalino-terreux de façon à former des hydrosulfites anhydres.

» Cette synthèse se produit avec départ d'hydrogène et d'après l'égalité suivante :

$$2KH + 2SO^2 = K^2S^2O^4 + H^2.$$

» Tous ces hydrosulfites sont solubles dans l'eau, possèdent des propriétés réductrices énergiques, identiques à celles qui ont été indiquées par Schutzenberger pour l'hydrosulfite hydraté de sodium. Tous se forment par union directe de l'anhydride sulfureux et du métal avec départ d'hydrogène. Les synthèses de ces composés anhydres vérifient bien la formule indiquée par M. Berathsen pour l'hydrosulfite hydraté de sodium. »

AGRONOMIE. — *Culture du blé au champ d'expériences de Grignon, en* 1902. Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **C. Dupont**.

« Nous avons obtenu cette année, à Grignon, une récolte de blé exceptionnelle; c'est la plus forte qui ait été constatée depuis 1875, époque à laquelle a été tracé le champ d'expériences.

» La moyenne des 27^a ensemencés est de $43^q,4$ de grain et de 90^q de paille par hectare; le blé n'est pas très lourd, l'hectolitre ne pèse que 75^{kg}; le volume de la récolte serait donc de $54^{hl},2$ par hectare.

» Ce rendement est un peu exagéré; en effet, quand on cultive des carrés de 1^a séparés les uns des autres par des sentiers de 50^{cm}, on reconnaît toujours que les plantes qui occupent le pourtour du champ sont plus hautes, plus fortes que celles du milieu; une surface, formée de carrés séparés, donne par suite un peu plus qu'une surface égale formée d'une seule pièce; toutefois, si les rendements constatés cette année sont comme toujours un peu majorés, ils sont comparables à ceux des années précédentes, observés dans les mêmes conditions; or, nos rendements oscillent habituellement entre 30^q et 35^q par hectare; ils sont bien inférieurs à ceux de 1902 et il est intéressant d'en chercher la raison.

» Notre terre de Grignon est plutôt légère que forte, elle est très filtrante et les années humides lui sont particulièrement favorables; or, du mois d'octobre 1901 à la fin de juillet 1902, nous avons recueilli 486^{mm} d'eau; ce n'est pas là une quantité extraordinaire, elle n'expliquerait pas l'abondance de la récolte si l'on ne remarquait que le mois de mai seul a fourni 111^{mm}.

» Quand elle est bien humectée, notre terre filtrante élabore une quantité considérable de nitrates; la preuve de l'activité de la nitrification a été fournie d'abord par les rendements des parcelles restées sans engrais depuis 27 ans. En 1900, l'une d'elles n'avait donné que $5^q,5$; une autre,

en 1901, 15q,8; en 1902 nous avons obtenu 23q de la parcelle 53 et 32q de la parcelle 5, l'une et l'autre sans engrais depuis 1875.

» La formation des nitrates dans le sol a été telle qu'elle a enlevé toute efficacité à l'épandage de ces engrais; les parcelles qui les ont reçus ont à peine fourni 1q de plus que celles qui en ont été privées.

» L'abondance de la pluie au printemps n'a pas été favorable seulement à la nutrition azotée du blé; elle a, en outre, maintenu longtemps actives les cellules à chlorophylle; la racine a fourni aux feuilles assez d'eau pour qu'elles aient résisté aux radiations solaires, pour que la formation incessante de vapeurs ait empêché leur échauffement et leur dessiccation; elles ont longtemps prolongé leur travail, et la formation de matière végétale est devenue considérable.

» On en jugera par les nombres suivants, dans lesquels nous avons distingué non seulement les diverses variétés semées à l'automne de 1901, mais encore la grosseur des grains employés aux ensemencements, pour voir l'influence qu'elle exerce sur les rendements.

Rendements du blé à l'hectare au champ d'expériences de Grignon en 1902.

Variétés.	Grosseur des grains semés.	Poids de 100 grains desséchés à 110°.	Poids du grain obtenu.	Poids de la paille.	Moyenne. Grain.	Moyenne. Paille.
		g	qm	qm		
Shireff (Epicarre).	Gros	3,990	40,5	88,1	qm 39,8	qm 86,0
	Petits	3,270	39,2	83,9		
Dattel.	Gros	4,150	41,1	86,0	40,6	89,0
	Petits	3,160	40,1	92,0		
Massy.	Gros	3,790	43,5	99,4	43,1	97,6
	Petits	3,350	42,8	95,8		
Japhet.	Gros	4,430	51,7	86,9	50,1	87,9
	Petits	2,830	48,6	89,0		
Moyenne.	Gros	4,342	44,2	90,1	43,4	90,1
	Petits	3,152	42,7	90,2		

» On voit que, pour toutes les variétés, les semis de gros grains ont rendu davantage que ceux qui ont été faits avec des petits, mais que c'est seulement quand la différence de poids des semences a été notable, comme pour le Japhet, que les rendements des gros grains ont été notablement plus forts que ceux des petits.

» Le 15 juillet, un violent orage s'est abattu sur les environs de Paris; à

Grignon toute la récolte a été couchée, on n'a pu couper le blé à la machine, et les dépenses de la moisson ont été notables.

» Nous avons voulu savoir si cette verse tardive aurait une influence fâcheuse sur la maturation, et nous avons prélevé 4^{m^2} du blé droit ou versé que portait une parcelle de Massy, le lendemain de la verse le 16 juillet; puis nous avons fait un nouveau prélèvement en quatre autres points le 6 août; les pesées et les analyses ont montré que le blé plié, partiellement couché, mais non aplati par terre avait bien mûri, qu'il présentait une composition semblable et donnait un rendement égal à celui du blé droit.

» Cette année, la verse tardive n'a donc causé d'autres dommages que d'augmenter les frais de la moisson; on cherche toujours cependant à éviter cet accident, soit par le choix des variétés semées, soit par l'emploi des engrais. Bien que quelques pailles soient plus rigides que d'autres, il n'existe pas de blés inversables; tel que l'ont fait des siècles de culture, le blé est aujourd'hui une plante mal équilibrée; l'épi, trop lourd, est porté par une tige trop haute et trop grêle, et un vent violent en a toujours raison. La verse est d'autant plus à craindre que la fumure a été plus abondante; cette année, à Grignon, les parcelles restées sans engrais depuis plusieurs années ont résisté; il en a été de même pour celles qui ont reçu comme engrais des scories de déphosphoration; ces engrais n'ont pas augmenté le rendement, mais la verse ne s'est pas produite.

» Nous avons trouvé, l'an dernier, un léger avantage à concentrer le fumier sous les poquets de pommes de terre ou sous les lignes de betteraves au lieu de le distribuer uniformément sur toute la surface des pièces; toutefois, avant de recommander ce mode de fumure il fallait connaître son action sur le blé succédant à la plante sarclée. Le semis sur des champs ainsi préparés en 1901 eut lieu à l'automne dernier; au cours de la végétation, nous avons eu quelques inquiétudes, car le blé resta quelque temps inégal, plus fort au-dessus des poquets et des lignes qu'aux autres places; puis peu à peu ces différences s'effacèrent, et en juillet on ne distinguait plus les pièces au mode de fumure qu'elles avaient reçu.

» Au battage on a obtenu les chiffres suivants :

Blé Dattel recueilli à l'hectare.

Fumure uniforme.....................	3950kg de grain	7510kg de paille
Fumure sous les lignes de betteraves.....	4020kg »	7910kg »

» La fumure concentrée présente donc un très léger avantage.

» En résumé, et c'est là le point sur lequel nous voulons insister, le champ d'expériences de Grignon a fourni cette année une récolte exceptionnelle, et cela grâce à la pluie du mois de mai. Les cultivateurs qui tiennent des terres filtrantes et qui sans de grandes dépenses peuvent y amener des eaux d'arrosage feront bien de les répandre sur le blé au printemps, car l'expérience de cette année montre à quelle admirable récolte conduit, dans ces sortes de terre, l'abondance des eaux. »

MÉCANIQUE. — *Quelques cas d'intégration de l'équation des brachistochrones.* Note de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.

« J'ai donné précédemment (¹) une méthode pour l'intégration de l'équation de la brachistochrone, dans un cas spécial d'une assez grande généralité. J'ai cherché depuis à en éclairer l'esprit, en l'appliquant à des problèmes déterminés. C'est l'objet de la présente Note, dans laquelle je conserverai les notations de la première.

» EXEMPLE I. — Supposons, en premier lieu, que la fonction des forces se présente sous la forme

$$U = Ar^n, \tag{11}$$

avec un exposant quelconque : entier, fractionnaire ou incommensurable, positif ou négatif.

» On a identiquement, pour l'expression du rayon vecteur,

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(x + iy)(x - iy)} = \sqrt{pq}.$$

Nous rentrons donc dans le cas d'intégrabilité (5) en prenant

$$e^{\varphi(p)} = \sqrt{A}\,p^{\frac{n}{2}}, \qquad e^{\psi(q)} = \sqrt{A}\,q^{\frac{n}{2}}.$$

» Il s'ensuit

$$\int e^{-\varphi(p)}dp = \frac{1}{\sqrt{A}}\int p^{-\frac{n}{2}}dp = \frac{2}{(2-n)\sqrt{A}}\,p^{\frac{2-n}{2}}.$$

Mais comme on a, en coordonnées polaires,

$$p = x + iy = r(\cos\theta + i\sin\theta) = re^{i\theta},$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 614.

il vient

$$\int e^{-\varphi(p)}\,dp = \frac{2}{(2-n)\sqrt{A}}\, r^{\frac{2-n}{2}} e^{\frac{(2-n)i\theta}{2}},$$

et de même

$$\int e^{-\psi(q)}\,dq = \frac{2}{(2-n)\sqrt{A}}\, r^{\frac{2-n}{2}} e^{-\frac{(2-n)i\theta}{2}}.$$

» L'équation (8) devient, d'après cela,

$$r^{\frac{2-n}{2}} \left\{ e^{i\left[\frac{(2-n)\theta}{2}+\alpha\right]} - e^{-i\left[\frac{(2-n)\theta}{2}+\alpha\right]} \right\} = \text{const.},$$

c'est-à-dire enfin

$$r^{\frac{2-n}{2}} \sin\left(\frac{2-n}{2}\theta + \alpha\right) = \text{const.}$$

On obtient ainsi, comme brachistochrones, les spirales sinusoïdes d'ordre

$$\frac{2-n}{2}.$$

» Il est facile d'interpréter la condition que cette formule (11) impose aux forces.

» Comme les courbes de niveau représentées par cette équation (11) sont des cercles concentriques, les forces F concourent à l'origine.

» L'expression U du travail étant, dès lors, $\int F\,dr$, on a

$$F = \frac{dU}{dr} = nAr^{n-1}.$$

Le cas qui nous occupe est donc relatif aux forces centrales proportionnelles à la puissance $n-1$ de la distance, mais toutefois avec une restriction spéciale qu'il est bien essentiel de ne pas perdre de vue.

» L'équation des forces vives (1) donne, en effet,

$$v^2 = 2U = 2Ar^n.$$

Cette relation doit donc avoir lieu en particulier entre la vitesse initiale v_0 et la distance r_0 pour laquelle celle-ci se trouve imprimée au mobile. On a ainsi à la fois :

$$F_0 = nAr_0^{n-1}, \qquad y_0^2 = 2Ar_0^n,$$

d'où, en éliminant le coefficient A,

$$\frac{F_0 r_0}{v_0^2} = \frac{n}{2},$$

relation nécessaire des trois données F_0, v_0, r_0.

» Si la force est attractive, elle entre négativement dans l'expression U du travail, et comme r_0 et v_0^2 sont positifs, on doit avoir $n < 0$. La force attractive devra donc être décroissante quand la distance augmente. Si, au contraire, l'action est répulsive, on se trouve conduit de même à la condition $n > 0$, et l'intensité devra croître avec l'éloignement. La limite $n = 0$ qui sépare l'un de l'autre ces deux cas correspond à une force nulle et à une trajectoire rectiligne.

» Exemple II. — Pour envisager une seconde application, désignons par ρ et ρ' les distances du mobile à deux points fixes. Nous pouvons toujours, pour plus de simplicité, placer ces foyers sur l'axe des abscisses, à des distances égales de l'origine, que nous prendrons pour unité. Supposons, comme définition du problème que nous voulons traiter :

$$U = \rho\rho'.$$

Les courbes de niveau seront alors des lemniscates ayant pour foyers les deux points fixes.

» On a d'ailleurs identiquement :

$$\begin{aligned}\rho^2\rho'^2 &= [y^2 + (x+1)^2][y^2 + (x-1)^2] \\ &= (x^2 + y^2 + 1)^2 - 4x^2 \\ &= (pq + 1)^2 - (p+q)^2 \\ &= (1-p^2)(1-q^2).\end{aligned}$$

Il vient d'après cela

$$U = \sqrt{(1-p^2)(1-q^2)},$$

valeur qui satisfait à la condition d'intégrabilité (5) si l'on prend

$$e^{\varphi(p)} = \sqrt{1-p^2}, \qquad e^{\psi(q)} = \sqrt{1-q^2}.$$

Il suit de là, sauf le signe qui reste indifférent,

$$\begin{aligned}\int e^{-\varphi(p)}\,dp &= \int \frac{dp}{\sqrt{1-p^2}} = \operatorname{arc\,cos} p, \\ \int e^{-\psi(q)}\,dq &= \int \frac{dq}{\sqrt{1-q^2}} = \operatorname{arc\,cos} q.\end{aligned}$$

» On aura ainsi pour le groupe spécial (10) de brachistochrones

$$\arccos p + \arccos q = 2B.$$

Pour en discerner la nature géométrique, prenons le cosinus des deux membres

$$\cos 2B = pq - \sqrt{(1-p^2)(1-q^2)} = r^2 - \rho\rho',$$

d'où

$$(r^2 - \cos 2B)^2 = \rho^2 \rho'^2,$$

et, d'après le théorème de Côtes,

$$r^4 - 2r^2 \cos 2B + \cos^2 2B = r^4 - 2r^2 \cos 2\theta + 1,$$

d'où, en réduisant,

$$2r^2(\cos 2\theta - \cos 2B) = \sin^2 2B,$$

$$r^2[(\cos^2\theta - \sin^2\theta) - \cos 2B(\cos^2\theta + \sin^2\theta)] = \tfrac{1}{2}\sin^2 2B,$$

$$r^2\cos^2\theta(1 - \cos 2B) - r^2\sin^2\theta(1 + \cos 2B) = 2\sin^2 B\cos^2 B,$$

et enfin

$$\frac{x^2}{\cos^2 B} - \frac{y^2}{\sin^2 B} = 1.$$

On voit que la somme des dénominateurs est égale à l'unité, c'est-à-dire au carré de la distance du centre à chacun des deux foyers fixes. Par suite cette première famille de brachistochrones est formée des hyperboles homofocales aux lemniscates.

» La seconde (9) comprendra, d'après le théorème 6, leurs trajectoires orthogonales, c'est-à-dire les ellipses qui admettent encore les mêmes foyers. Enfin tous les autres groupes seront formés des trajectoires de ces coniques homofocales sous un angle constant quelconque.

» Il reste à déterminer la loi qui régit la force dans le cas que nous venons de traiter.

» Nous connaissons déjà sa direction, qui est normale aux lemniscates, et par suite tangente aux hyperboles équilatères concentriques qui passent par les foyers de ces courbes.

» On a d'autre part pour son intensité

$$\begin{aligned} F^2 &= \left(\frac{dT}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dT}{dy}\right)^2 = \left(\frac{dU}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dy}\right)^2 \\ &= \left(\frac{dU}{dp} + \frac{dU}{dq}\right)^2 - \left(\frac{dU}{dp} - \frac{dU}{dq}\right)^2 \\ &= 4\,\frac{dU}{dp}\,\frac{dU}{dq} = \frac{pq}{\sqrt{(1-p^2)(1-q^2)}} = \frac{r^2}{\rho\rho'}, \end{aligned}$$

et enfin

$$F = \frac{r}{\sqrt{\rho\rho'}}.$$

La force varie donc à la fois proportionnellement à la distance au centre et en raison inverse de la moyenne géométrique des distances aux deux foyers.

» Elle est d'ailleurs dirigée de l'intérieur à l'extérieur des lemniscates, puisque l'expression du travail est positive.

» Quant à la condition spéciale imposée aux données initiales, elle dérive de l'équation (1) :

$$v^2 = 2U = 2\rho\rho'.$$

» On a donc à la fois

$$F_0 = \frac{r_0}{\sqrt{\rho_0\rho'_0}}, \qquad v_0^2 = 2\rho_0\rho'_0,$$

d'où, en éliminant $\rho_0\rho'_0$,

$$\frac{F_0 v_0}{r_0} = \sqrt{2}.$$

» Exemple III. — Prenons enfin, pour fonction des forces, le carré de celle de l'exemple précédent

$$U = \rho^2\rho'^2 = (p^2 - 1)(q^2 - 1),$$

$$e^{\varphi(p)} = p^2 - 1,$$

$$\int e^{-\varphi(p)}\,dp = \int \frac{dp}{p^2 - 1} = \frac{1}{2}\operatorname{Log}\left(\frac{p-1}{p+1}\right).$$

» La première famille (10) de brachistochrones aura pour équation

$$2B = \frac{1}{2}\operatorname{Log}\left(\frac{p-1}{p+1}\right) + \frac{1}{2}\operatorname{Log}\left(\frac{q-1}{q+1}\right),$$

d'où

$$e^{4B} = \frac{(p-1)(q-1)}{(p+1)(q+1)} = \frac{\rho^2}{\rho'^2},$$

et enfin

$$\frac{\rho}{\rho^1} = e^{2B}.$$

Elle est donc formée des cercles qui sont les lieux géométriques des points dont le rapport des distances aux deux foyers fixes reste constant.

» La seconde famille (9), qui est constituée par les trajectoires orthogonales des précédentes, comprend d'après cela les cercles qui passent par les deux foyers fixes.

» Les autres systèmes de brachistochrones seront composés des trajectoires sous un angle constant quelconque des lignes précédentes.

» Les courbes de niveau ayant pour équation

$$\rho\rho' = \text{const.}$$

sont encore des lemniscates homofocales. Les forces seront donc normales à ces lemniscates comme dans le cas précédent.

» Quant à leur intensité, elle sera fournie par la formule

$$F^2 = 4\frac{dU}{dp}\frac{dU}{dq} = 16pqU = 16r^2\rho^2\rho'^2, \qquad F = 4r\rho\rho'.$$

Elle est en raison composée des trois distances au centre et aux deux foyers.

» La relation paramétrique des données initiales dérive des formules

$$v_0^2 = 2U_0 = 2\rho_0^2\rho_0'^2, \qquad F_0 = 4r_0\rho_0\rho_0',$$

qui donnent, en éliminant $\rho_0\rho_0'$,

$$\frac{F_0}{r_0 v_0} = 2\sqrt{2}. \text{ »}$$

NAVIGATION. — *Sur la cavitation dans les navires à hélices.* Note de M. **J.-A. Normand.**

« L'attention des Ingénieurs maritimes s'est portée récemment sur un phénomène qui se manifeste parfois aux vitesses extrêmes dans le fonctionnement de l'hélice propulsive. Son importance, longtemps insoupçonnée, paraît dépasser celle de toutes les autres causes de pertes d'efficacité : en effet, suivant qu'il se produit, même partiellement, ou qu'il ne se produit pas, la puissance nécessaire pour imprimer au navire une vitesse maxima déterminée peut varier de 3 à 2 ou même de 2 à 1. S'il se produisait complètement, aucune augmentation de puissance, si grande fût-elle, ne pourrait accroître la vitesse.

» Ce phénomène que j'appelais, il y a 9 ans, à la suite d'essais au point fixe qui le mettaient en évidence : *Rupture des cylindres d'eau actionnés,* est connu aujourd'hui sous le nom plus simple de *cavitation.* Voici en quoi il consiste :

» La vitesse de l'eau dans le conduit d'aspiration d'une pompe, telle

qu'une pompe centrifuge, ne peut pas dépasser une certaine valeur, qui dépend surtout de la hauteur d'aspiration. Quand cette hauteur est nulle, la vitesse maxima théorique est celle de l'eau qui s'écoule dans le vide sous la pression génératrice de l'atmosphère, soit 14^m par seconde. Ce chiffre n'est, du reste, jamais atteint, à cause des pertes de charge inévitables. La vitesse de rotation augmente-t-elle au delà de celle pour laquelle la pression de l'eau à l'entrée de la pompe est égale au vide, la rupture de la colonne d'aspiration se produit et la puissance est dépensée en tourbillons.

» De même, dans un navire, l'eau se précipite vers l'hélice, en vertu de la pression atmosphérique augmentée de celle qui est due à la hauteur de la flottaison au-dessus du point de l'hélice considéré.

» Le cylindre d'eau aspiré, d'une section égale à la surface du cercle circonscrit à l'hélice, reste entier et continu tant que la vitesse absolue avec laquelle il se dirige vers l'hélice qui l'aspire ne dépasse pas une certaine valeur : au delà, des cavités se forment et la puissance est gaspillée en remous et tourbillons.

» Il existe, toutefois, deux différences importantes entre la pompe et l'hélice : d'abord, le canal d'aspiration de celle-ci n'est pas fermé et, ensuite, l'accélération que l'hélice imprime à l'eau n'est pas égale pour toutes les parties du cylindre actionné. Aussi la vitesse moyenne d'aspiration pour laquelle des ruptures se produisent est-elle beaucoup plus éloignée de la vitesse théorique que dans la pompe.

» Remarquons, incidemment, que les choses se passent tout autrement dans un ventilateur et dans un propulseur aérien, à cause de la compressibilité de l'air.

» La quantité de mouvement imprimée à l'eau par l'hélice mesure la résistance du navire. Si la vitesse qui forme l'un des facteurs de cette quantité de mouvement est assez grande pour que la cavitation se produise, on est conduit à augmenter l'autre facteur : la masse liquide, qui est proportionnelle à la surface propulsive.

» Les considérations qui précèdent m'ont conduit [1] à cette règle fort simple :

» *La surface propulsive doit être proportionnelle au produit de la surface résistante par la vitesse, ou plus exactement au quotient de la puissance par le carré de la vitesse.*

---

[1] *Règles approximatives pour le calcul de la surface propulsive* (*Bulletin de l'Association technique maritime*, 1899).

» On a ainsi l'équation suivante, dont le premier membre représente approximativement la surface propulsive :

$$n\,\Delta^2 r^{\frac{3}{4}} = j\,\frac{F}{V^2},$$

n, le nombre d'hélices supposées identiques;
Δ, le diamètre des hélices en mètres;
r, le rapport de la surface totale développée des ailes d'une hélice à celle du cercle circonscrit;
F, la puissance maxima en chevaux de 75^{km};
V, la vitesse correspondante du navire en nœuds.

» L'expérience montre que le coefficient j, qui doit être d'autant plus grand que l'acuité de la carène relativement à la vitesse est moindre, ne doit jamais être inférieur à 0,60. Il peut dépasser avec avantage 0,80.

» Depuis plus de 3 ans, cette règle a reçu de nombreuses vérifications. Elle a permis d'expliquer tantôt des chutes anormales, tantôt des valeurs exceptionnelles d'utilisation que l'examen des formes de la carène ne justifiait pas.

» En voici un exemple : Dans une marine étrangère, trois croiseurs identiques de 14300^{tx} et de 31000^{chx} sont essayés avec des hélices semblables, sauf le pas. Ils fournissent des vitesses maxima sensiblement égales; en même temps, la courbe des utilisations en fonction de la vitesse accuse une chute anormale à la vitesse maxima et montre qu'une augmentation d'un nœud exigerait une augmentation de puissance de 15000^{chx} à 20000^{chx}. Sur le dernier de ces bâtiments, on remplace les hélices primitives par d'autres, d'une surface propulsive considérablement augmentée. Un supplément de plus d'un nœud est obtenu sans augmentation de puissance, et sans que la courbe d'utilisation présente de chute anormale. Évidemment la cavitation se produisait avec les premières hélices. J'ajouterai qu'elle pouvait être prévue; le coefficient j de la formule ci-dessus ne dépassait pas, en effet, 0,43, tandis qu'il atteint 0,60 avec les hélices agrandies.

» Ainsi, un simple remplacement d'hélices, dont le coût représente à peine $\frac{1}{300}$ de la valeur totale du bâtiment, a suffi à fournir un résultat qui eût coûté, au minimum, trente fois davantage s'il avait dû être obtenu par augmentation de la puissance et des dimensions du navire.

» On peut trouver étrange qu'un phénomène aussi important que la

cavitation soit resté si longtemps inconnu. Les causes de ce fait sont les suivantes :

» 1° Depuis quelques années, les vitesses ont considérablement augmenté, et cependant on a souvent cru pouvoir conserver, en vertu d'une ancienne règle, les valeurs ordinaires, jusqu'alors très suffisantes, du rapport de la surface propulsive à la surface résistante du navire, tandis que ce rapport doit varier comme la vitesse maxima.

» Il en est résulté que la vitesse absolue de l'eau dans le canal d'aspiration a augmenté dans les navires très rapides; or, c'est presque invariablement sur ceux-ci que la cavitation s'observe.

» 2° Plusieurs ingénieurs éminents, en se basant sur des considérations très exactes en apparence, mais en négligeant la question alors inconnue de la cavitation, ont professé que les reculs habituels étaient trop faibles. M. W. Froude, auquel on doit des travaux si remarquables sur les roulis et qui jouissait d'une autorité très grande et très justifiée, disait en 1878 :

« Loin qu'il soit exact de considérer un grand recul comme une preuve » de perte de puissance, l'opinion contraire est juste. » Il ajoutait : « Une » surface propulsive très réduite peut être admise sans grande perte de » rendement. »

» A cette époque, la vitesse maxima des croiseurs était 18 nœuds; elle dépasse aujourd'hui 24 nœuds.

» 3° C'est également à cette époque que les premiers bassins d'essais de modèles ont été établis. Aujourd'hui, il est de règle, dans beaucoup de marines, de n'exécuter un navire qu'après les essais du modèle qui le représente, essais qui se font actuellement avec addition d'hélices, afin de se rapprocher de la réalité. On a cru que les lois de similitude étaient presque rigoureusement applicables, à condition que les vitesses fussent proportionnelles à la racine carrée des dimensions linéaires. Elles le sont, en effet, sauf en ce qui concerne la cavitation, à moins toutefois que la pression de l'atmosphère ne soit réduite dans la proportion des dimensions linéaires. La vitesse de l'eau dans le canal d'aspiration se produit, en effet, en vertu de la pression extérieure augmentée de celle qui est due à la hauteur de la flottaison au-dessus des hélices. Cette dernière hauteur est bien proportionnelle aux dimensions linéaires du modèle et imprimerait, si elle agissait seule, une vitesse proportionnelle à sa racine carrée, c'est-à-dire à la vitesse homologue du modèle; mais la cause génératrice de la vitesse dans le canal, de beaucoup la plus importante, est la pression extérieure de l'atmosphère, qui n'est réduite dans aucun bassin d'expérience existant. Les

essais de modèles munis d'hélices, tels qu'ils sont effectués actuellement, ne peuvent donc pas mettre en évidence le phénomène de la cavitation.

» Aussi, est-ce à tort que l'on a cru pouvoir déduire de ces essais les résultats que donnerait le navire même. Il ne faudrait pas en conclure qu'ils sont inutiles : ils peuvent, au contraire, fournir des renseignements précieux, à la condition de ne pas les faire servir à la détermination des dimensions des propulseurs; celle-ci doit être effectuée par des règles spéciales.

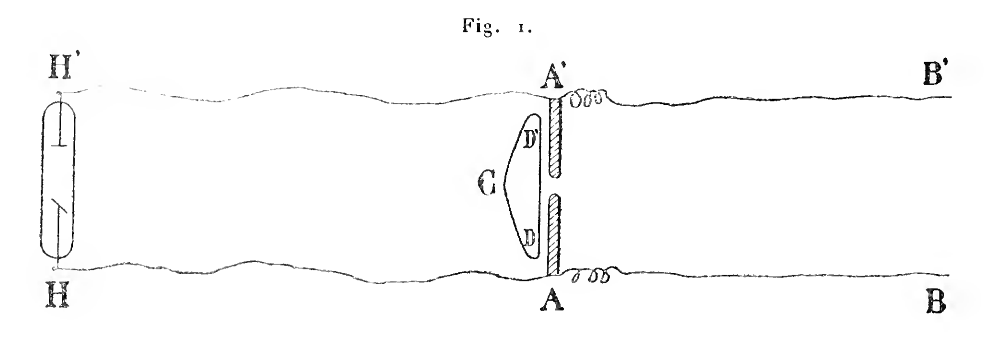
» De nombreuses formules, basées sur l'expérience, ont été proposées pour le calcul, *a priori*, de la vitesse des navires. Si la surface propulsive de quelques-uns des bâtiments dont les essais ont servi à les établir est assez faible pour que la cavitation ait pu se produire, il est probable que les formules sont inexactes aux vitesses extrêmes. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation des rayons X.* Note de M. R. **Blondlot.**

« Après plusieurs années consacrées à des tentatives restées infructueuses pour déterminer la vitesse de propagation des rayons X, l'idée me vint qu'en appliquant un principe analogue à celui de la méthode de Römer pour mesurer la vitesse de la lumière, on pourrait arriver à reconnaître si la vitesse des rayons X est ou non comparable à celle des ondes électromagnétiques. Je fus ainsi amené à combiner l'expérience suivante.

» Des pôles B et B′ d'une bobine d'induction (*fig.* 1) partent deux fils

Fig. 1.



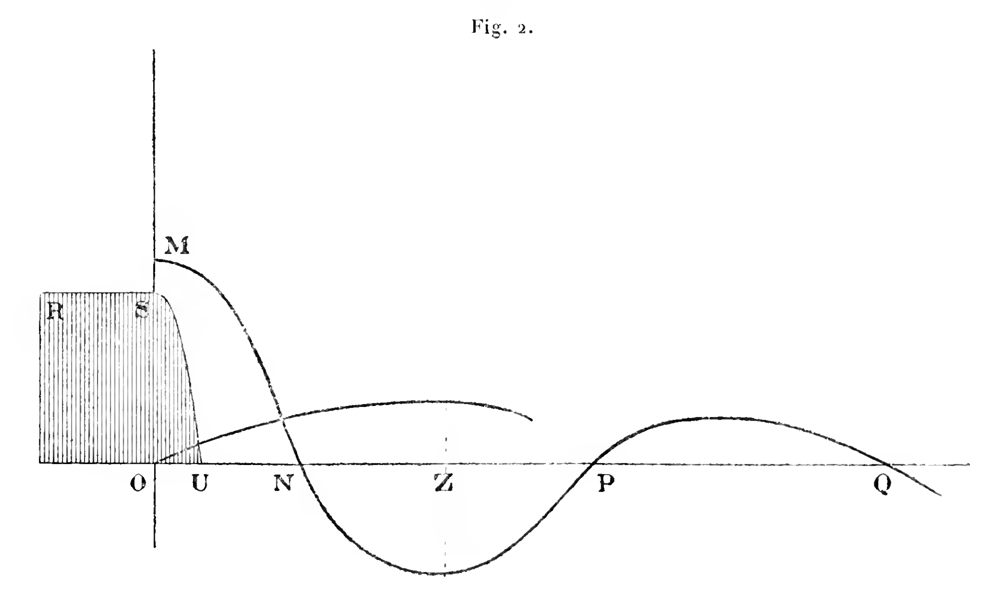
aboutissant aux électrodes H et H′ d'un tube focus. Avant d'atteindre le tube, ces fils, tendus horizontalement et parallèlement l'un à l'autre, sont fixés respectivement aux deux moitiés d'un excitateur de Hertz formé de

deux cylindres de laiton, A et A', de 8^{cm} de diamètre et de 6^{cm} de longueur, assujettis horizontalement dans la paroi d'un flacon contenant de l'huile de vaseline; au-dessous de ce flacon (non représenté sur la figure), est disposé un résonateur formé d'une boucle de fil de cuivre DD'C (on a représenté le résonateur à côté de l'excitateur, mais, en réalité, sa partie rectiligne DD' est placée au-dessous même de AA'). La coupure C du résonateur est du côté du tube focus, de façon à en recevoir les rayons X; elle est protégée contre toute autre radiation par des écrans en papier noirci et par une lame d'aluminium.

» En réglant convenablement la distance explosive de l'excitateur dans l'huile, on parvient à faire fonctionner simultanément le tube focus et l'excitateur. Voici alors ce qui se passe : à chaque courant de rupture de la bobine d'induction, la différence de potentiel entre H et H' atteint une valeur suffisante pour que le tube fonctionne; puis, cette différence de potentiel continuant à croître, l'étincelle éclate à l'excitateur : le tube, privé subitement d'alimentation, s'éteint, tandis que la décharge oscillatoire de l'excitateur se poursuit et s'achève.

» Supposons d'abord que l'on ait disposé le tube tout près de l'excitateur, les fils AH et A'H' étant aussi courts que possible ($0^m,11$). Portons en abscisses (*fig.* 2) les temps, comptés à partir du moment où l'étin-

Fig. 2.



celle éclate dans l'huile, et en ordonnées les différences de potentiel entre A et A'; nous avons ainsi, comme on sait, une sinusoïde rapidement

amortie MNPQ.... Une fois l'appareil réglé, le potentiel nécessaire pour faire fonctionner le tube n'est inférieur que de peu au potentiel explosif de l'excitateur: il suffit, en effet, de diminuer très peu la distance explosive de celui-ci pour que la décharge ne traverse plus le tube, mais passe entièrement par l'excitateur. Cette particularité a ici une importance capitale: il en résulte que le tube s'éteint dès que le potentiel a diminué un peu au début de la décharge oscillante, et, par suite, au bout d'un temps inférieur au quart de la période de l'excitateur; la courbe représentative de l'intensité des rayons X est donc formée d'une portion presque horizontale RS, antérieure à la décharge de l'excitateur, suivie d'une portion brusquement descendante SU. [La longueur d'onde de l'excitateur ayant été trouvée égale à $1^{m},14$, sa période est $\frac{114}{3\times 10^{10}}$ sec., et, par conséquent, $\overline{OU}$ est de beaucoup inférieur à $\frac{114}{3\times 10^{10}\times 4}$ sec.]

» Construisons la courbe ayant pour ordonnées la valeur de la force électrique produite à la coupure du résonateur par la décharge de l'excitateur. L'ordonnée de cette courbe est nulle tant que toute la décharge passe par le tube focus, par conséquent jusqu'à l'origine des temps sur le diagramme; elle n'atteint une valeur notable qu'à une époque où l'excitateur est déjà en partie déchargé, et le maximum de cette force électrique n'a lieu que lorsque l'excitateur s'est rechargé en sens contraire, c'est-à-dire au bout d'une demi-période, durée représentée par l'abscisse $\overline{OZ}$. Il suit de là que, quand le résonateur commence à osciller, les rayons X sont déjà éteints: par conséquent, il ne peut y avoir d'action du tube sur l'étincelle secondaire [1]. C'est ce que l'expérience vérifie, car si l'on interpose une lame de plomb entre le tube et la coupure, de manière à intercepter les rayons X, l'étincelle ne change pas d'aspect.

» Laissant le tube focus à la même place, remplaçons les fils courts AH, A'H' par des fils de 25^{cm}, repliés sans coudes brusques; cet allongement des fils, en retardant l'extinction des rayons X du temps que les ondes hertziennes emploient pour parcourir $(25-11)^{cm} = 14^{cm}$, va avoir pour effet de retarder d'autant la disparition des rayons X à la coupure et de laisser ainsi à ces rayons le temps d'agir sur l'étincelle: c'est en effet ce que l'on constate, car l'interposition d'une lame de plomb rend l'étincelle manifestement moins éclatante. Cette action des rayons X augmente si l'on aug-

---

([1]) Voir, sur cette action, R. Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1559.

mente la longueur des fils de transmission AH et A'H' : pour des longueurs de 33^{cm}, de 80^{cm}, de 130^{cm}, elle est de plus en plus marquée.

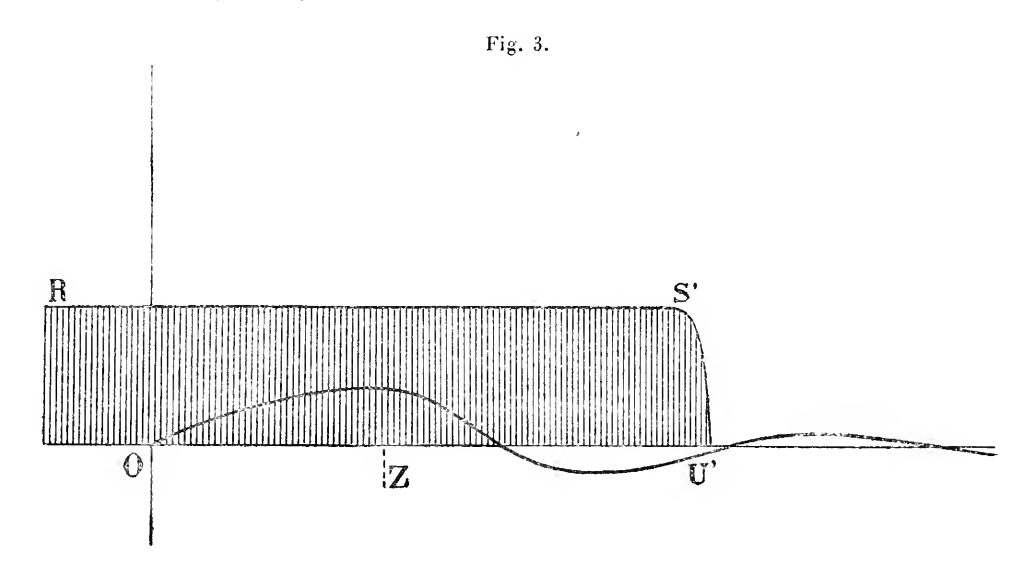
» Ces expériences montrent que, dans mon appareil, les rayons X s'éteignent dès que la décharge électrique a cessé dans le tube. En effet, dans l'expérience avec les fils très courts (11^{cm}), on n'a constaté aucune action, tandis qu'il a suffi de les allonger de 14^{cm} pour obtenir une action visible; si, par conséquent, il existe une prolongation de l'émission des rayons X, ou encore une prolongation de leur action à la coupure après leur cessation, leur somme est très petite vis-à-vis de $\frac{14}{3 \times 10^{10}}$ sec. (¹).

» Prenons des fils de transmission repliés, que nous laisserons d'une longueur invariable, $0^{m},50$ par exemple, puis éloignons peu à peu le tube de la coupure; en vertu de cet éloignement, les rayons X éprouvent un retard égal au temps qu'ils mettent à franchir la distance du tube à la coupure; leur disparition à la coupure est retardée d'autant, et, si leur vitesse est comparable à celle des ondes hertziennes, l'effet de l'éloignement du tube va être analogue à celui d'un allongement des fils, c'est-à-dire une amélioration dans la coïncidence de l'époque où la force électrique existe à la coupure avec l'époque où les rayons X y sont présents, et, par suite, une augmentation de l'action de ces rayons sur l'étincelle. On est ainsi amené à cette prévision paradoxale : le tube devrait agir plus de loin que de près. A ma grande surprise, cette expérience réussit complètement : l'éclat de l'étincelle augmente à mesure que l'on éloigne le tube; c'est un fait certain et constant. L'augmentation est bien due aux rayons X, car, si l'on place un petit disque de plomb contre la lame d'aluminium interposée entre la coupure et le tube, l'effet disparaît : l'étincelle devient aussitôt plus faible et demeure invariable, quelle que soit la distance du tube. Ce fait surprenant est une première vérification de notre supposition initiale : la vitesse de propagation des rayons X est comparable à celle des ondes hertziennes.

(¹) M. Colardeau avait déjà trouvé que la durée d'émission des rayons X est inférieure à $\frac{1}{50000}$ de seconde, « et bien moindre que ne le feraient croire les expériences réalisées de prime abord ». (*Bulletin de la Société française de Physique*, 1901; 2ᵉ fascicule, p. 117.) Un échange de vues sur ce sujet a eu lieu entre MM. Brunhes et Colardeau, à la séance de la Société de Physique du 15 mars 1901 : le désaccord entre les résultats obtenus par ces deux physiciens tient à ce que les conditions de leurs expériences ne sont pas les mêmes. Les miennes se rapprochent de celles de M. Colardeau.

» Prenons maintenant des fils de transmission d'une plus grande longueur, 80^{cm} par exemple. Quand on éloignera le tube, il arrivera, pour une certaine distance, que les rayons X posséderont à la coupure leur pleine intensité pendant tout le temps que la force électrique à la coupure conserve une valeur notable (*fig.* 3) : l'efficacité des rayons X sera alors aussi grande que le permet leur intensité.

Fig. 3.



» Si l'on continue à éloigner le tube, on n'améliorera plus la coïncidence entre la présence des rayons X et celle de la force électrique à la coupure, et l'on perdra de plus en plus comme intensité des rayons X; par conséquent, leur action aura passé par un maximum. C'est ce que l'on constate effectivement : l'étincelle passe par un maximum lorsque le tube est à environ 53^{cm} de la coupure. Ce maximum est bien dû aux rayons X, car il disparaît par l'interposition d'un petit disque de plomb.

» Ainsi, la supposition que la vitesse des rayons X et celle des ondes hertziennes seraient de même ordre de grandeur nous a conduits à prévoir l'existence d'un maximum; cette prévision s'est trouvée vérifiée par l'expérience. Comme, d'ailleurs, il paraît impossible d'expliquer autrement ce phénomène paradoxal, on est amené à conclure que *la vitesse de propagation des rayons X est bien du même ordre de grandeur que celle des ondes hertziennes*. Je me propose d'expliquer incessamment comment l'étude de ce maximum m'a fourni le moyen de déterminer le rapport des deux vitesses. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** transmet à l'Académie, au nom de M. le Ministre des Affaires étrangères, un Mémoire de M. *Ryder,* capitaine de frégate de la Marine danoise, résumant les études entreprises sur les courants entre la Norvège, l'Écosse et le Groënland.

M. le général **Bassot** présente à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, le Volume de la *Connaissance des Temps pour l'an* 1905, le 227e d'une éphéméride qui n'a jamais souffert d'interruption depuis la publication du premier Volume, en 1679, par Picard, et dont est chargé le Bureau des Longitudes depuis sa fondation en 1795.

« Le Volume de 1905 est en tout conforme à ceux qui le précèdent depuis 1901 (année où l'on a adopté, pour les quatre principales éphémérides astronomiques, un même système de constantes et un même Catalogue d'étoiles fondamentales), sauf en ce qui concerne les *distances lunaires*, qui sont pour la première fois et demeureront désormais supprimées. Le Bureau des Longitudes, après un examen approfondi, a, en effet, reconnu que la publication des distances lunaires ne présentait pas une utilité suffisante et ne répondait plus aux besoins actuels de la navigation. Par suite, il a été décidé, après avoir pris l'avis de M. le Ministre de la Marine, de ne plus insérer dans la *Connaissance des Temps*, à partir de 1905, l'éphéméride des distances lunaires. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Opuscule de M. *Gino Loria*, intitulé : « l'OEuvre mathématique d'Ernest de Jonquières » (Extrait de *Bibliotheca matematica*, 1902).

2° Une Brochure intitulée : « Léonard de Vinci, peintre, ingénieur, hydraulicien; par M. *A. Ronna* ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

3° Un Volume de M. *L. Dumas*, intitulé : « Recherches sur les aciers au nickel à haute teneur ». (Présenté par M. H. Moissan.)

4° Un Volume de M. *Stanislas Meunier,* intitulé : « la Géologie générale ». (Présenté par M. Albert Gaudry.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles observations sur les éruptions volcaniques de la Martinique.* Extrait d'une Lettre de M. **A. Lacroix** à M. Michel Lévy.

« Le désastre du 30 a été épouvantable à cause du nombre des victimes, mais la région dévastée est loin d'avoir l'étendue que l'on disait.

» Dans cette région dévastée, à part bien entendu les flancs de la Montagne Pelée, les phénomènes mécaniques correspondent en moyenne à ceux de la zone intermédiaire de Saint-Pierre. Beaucoup de maisons au Morne Rouge sont absolument intactes et les habitants qui y étaient enfermés n'ont pas souffert. L'incendie n'a été que local, beaucoup d'arbres n'ont pas été renversés; mais il y a eu, d'autre part, des phénomènes de transport curieux. Vous verrez dans une de mes photographies ci-jointes un gros palmiste traversé par des poutres de bois. Sur une autre, un fragment de toiture en tôle est accroché à un arbre. Notez d'ailleurs que la plupart des maisons au Morne Rouge n'avaient qu'un soubassement en pierre, tout le reste était en bois; c'est le cas notamment de la maison où nous avions passé quelques jours en juillet et dont il ne reste plus que les fondations. Nous avons retrouvé, dans les déblais, de petits verres à liqueur à moitié fondus et qui étaient sur la commode de notre chambre.

» Il n'est pas douteux que la destruction ne soit due à l'action d'un nuage de vapeur d'eau très riche en cendre chaude. Il n'y a pas à songer à aucun gaz combustible; les arbres ne sont pas brûlés et les palmiers dont les feuilles n'ont pas été arrachées montrent que celles-ci ont été simplement desséchées.

» Des phénomènes électriques ont, comme toujours, accompagné l'éruption, mais n'ont joué qu'un rôle accessoire. J'ai examiné avec grand soin les nombreuses grilles en fer, les poteaux téléphoniques en fer, et je n'y ai vu nulle part la trace de coups de foudre.

» Quant à la cause de l'agrandissement de la zone dévastée par le volcan, elle est facile à distinguer. Dans notre Rapport précédent, nous avons parlé d'un talus, que l'on voyait par l'échancrure sud-ouest du cratère. Il représentait un des côtés d'un cône qui s'est très rapidement élevé dans le cratère pendant le mois d'août et qui, actuellement, dépasse le sommet de la montagne.

» Dès que cela nous sera possible, nous tenterons l'ascension du sommet de la Montagne Pelée [1] et de l'un quelconque des bords du cratère que

[1] Un récent câblogramme annonce que M. Lacroix a pu faire cette ascension.

nous avions gravis en juin et juillet; nous serons extrêmement près du sommet de ce cône. Il semble que c'est de l'intervalle situé entre les parois du cratère et la base de ce cône, ainsi que des flancs de celui-ci, que sortent actuellement les colonnes de gaz et de vapeurs qui, les jours de calme, montent verticalement à une hauteur prodigieuse.

» Ce cône, vu à la lorgnette, ne me paraît pas entièrement constitué par des blocs de projection; il est formé de dents très aiguës à parois verticales paraissant s'écrouler continuellement; celles-ci me rappellent le front des coulées des andésites de Santorin; il est possible qu'il s'élève là une sorte de cumulo-volcan, mais je vous donne cela sous toutes réserves, en attendant que je puisse le voir de près. La question passionnante est de savoir ce qu'il va arriver de ce cône. Quoi qu'il en soit, on comprend maintenant pourquoi les produits de projection, au lieu de prendre comme jusqu'en fin juillet la direction de l'ouest et du sud-ouest, retombent en gerbes sur tous les flancs de la Montagne Pelée. Nous n'avons jusqu'à présent constaté aucune fissure nouvelle, et, d'après les renseignements que j'ai recueillis, la fumerolle de Trianon, au voisinage de l'Ajoupa-Bouillon, n'aurait émis des vapeurs que d'une façon insignifiante et intermittente.

» J'ai choisi la place de l'Observatoire principal (vous la trouverez facilement sur la Carte de Challamel); c'est sur un morne situé sur la rive droite de la rivière du Carbet, exactement au nord de la lettre F de Fond-Saint-Denis écrit en gros caractères. Le village de Fond-Saint-Denis est inexactement placé sur cette Carte; la mairie est, en effet, au col situé à l'ouest du dernier lacet de la route, sur le versant de Saint-Pierre.

» Ce morne, dont l'altitude est d'environ 510^{m}, domine au nord toute la région dévastée depuis le Prêcheur, le cratère, le Morne Rouge. Il est à quelques centaines de mètres en arrière de la zone dévastée par la dernière éruption. Je fais faire une petite casemate se fermant hermétiquement et qui nous permettra de nous terrer en cas de grosse éruption. Il n'y aura qu'une fenêtre du côté du volcan, et les dégagements auront lieu sur la rivière du Carbet. La difficulté va consister dans le ravitaillement; il faut en effet faire 16^{km} dans la direction des pitons du Carbet pour trouver le camp de Colson, toute la région étant actuellement évacuée.

» Nous allons partir demain à la recherche d'un autre poste, destiné à surveiller le côté oriental du volcan. Nous le trouverons sans doute aux alentours du kilomètre 7 sur la route des Deux-Choux au Gros Morne (sur la Carte de Challamel, vous trouverez le plan des Deux-Choux à la

croisée des trois routes, exactement à la place du grand D de Fond-Saint-Denis).

» En relisant ma lettre, je m'aperçois que j'ai oublié de vous parler du ras de marée du 30 août. Il a été insignifiant à Fort-de-France (1^{m} environ), et si la mer est venue à l'entrée de la rue Victor-Hugo, c'est par le débordement d'un caniveau et non pas par la savane. Des secousses de tremblement de terre très nettes ont été ressenties le 24 août, et désormais nos appareils nous permettront, s'il s'en produit de nouvelles, de les étudier avec soin. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^{m},16$) *pendant le deuxième trimestre de* 1902. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Il y a eu 67 jours d'observation dans ce trimestre.

» *Taches.* — Comparativement aux résultats du premier trimestre (présent Tome des *Comptes rendus*, p. 523), on a noté un nombre de groupes plus fort (6 au lieu de 4) et une surface totale moyenne moindre (112 millionièmes au lieu de 639).

» La répartition de ces groupes entre les deux hémisphères est de 1 au sud et de 5 au nord, au lieu de 2 de part et d'autre, notés précédemment.

» Le nombre des jours sans taches est de 53, soit un nombre proportionnel pour ce trimestre de 0,79 au lieu de 0,60 dans le précédent. A cet égard, on remarque l'absence de taches durant 49 jours consécutifs, du 15 mars au 2 mai; la période antérieure la plus longue, du minimum actuel, a été de 39 jours (12 mars-19 avril 1901).

» Le groupe le plus important s'est montré dans sa période de décroissance, à +26° de latitude, du 23 mai au 4 juin; de $\frac{130}{1000000}$, son étendue superficielle est allée en diminuant, et elle était 12 fois moindre à la dernière date qu'à la première. Une particularité intéressante de ce groupe est qu'il appartient à la même région d'activité (alors à son quatrième retour) que le grand groupe de taches du mois de mars. A sa deuxième rotation (29 mars-11 avril), cette région n'a pas montré de tache proprement dite, mais seulement une petite *tache voilée* à +27°,5 de latitude, le 2 avril; à la rotation suivante, la troisième (26 avril-7 mai), elle n'a présenté que des facules et quelques pores gris de durée éphémère. Au cinquième retour (20 juin-1er juillet), la même région n'a montré que des facules. Nous avons déjà remarqué plusieurs fois des faits semblables, à savoir : des taches reparaissant par intermittences dans une même région d'activité.

» *Régions d'activité.* — Le nombre des groupes de facules notés est de 90 avec une surface totale de 29,0 millièmes; le précédent trimestre avait donné 68 groupes et 22,2 millièmes.

» Leur répartition entre les deux hémisphères est de 49 groupes au sud au lieu de 44, et de 41 au nord au lieu de 24.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1902. — 1,00			
	17 j.		»	»	
		Mai 1902. — 0,57			
5	1	1,5		+20,5	4
5	1	6,2		+ 27	3
23	1	20,0	—16,5		5
		Mai 1902. — 0,57 (suite)			
21	1	23,3		+23,5	12
23-4	11	29,6		+26	84
	22 j.		—16°,5	+24°,2	
		Juin 1902. — 0,85			
23	1	28,4		+28	4
	27 j.		»	+28°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1902.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Avril	»	»	»	»	»	0	0	»	»	»	»	»	»	»
Mai	»	»	»	1	»	1	4	»	»	4	»	»	5	108
Juin	»	»	»	»	»	0	1	»	»	1	»	»	1	4
Totaux	»	»	»	1	»	1	5	»	»	5	»	»	6	112

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1902.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Avril	8	1	1	1	1	12	7	1	1	3	»	2	19	5,6
Mai	7	1	2	4	2	16	19	2	3	6	3	5	35	13,9
Juin	12	1	4	1	3	21	15	2	1	6	2	4	36	9,5
Totaux	27	3	7	6	6	49	41	5	5	15	5	11	90	29,0

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions algébriques.* Note de M. **Ludwig Schlesinger**, présentée par M. Poincaré.

« Le problème de déterminer une fonction algébrique y de la variable complexe x, uniforme sur une surface R de Riemann donnée, a été traité par Riemann lui-même à l'aide du principe de Dirichlet et, plus tard, par MM. Schwarz et Neumann par d'autres méthodes transcendantes. Je me propose de donner une solution purement algébrique dudit problème, en poursuivant une méthode que j'avais indiquée autrefois (*Journal de Crelle*, t. 105) pour un cas particulier.

» Soit R une surface de Riemann à m feuillets et aux points de ramification $a_1, \ldots, a_\sigma$ que nous supposerons tous simples; il s'agit de déterminer les coefficients de l'équation

$$(1) \qquad F(x, y) = \sum_{k=0}^{m} \sum_{\lambda=0}^{\nu} A_{k\lambda} x^{\nu-\lambda} y^{m-k} = 0 \qquad (A_{k\lambda} = 1),$$

de telle façon que la fonction y de x définie par cette équation soit uniforme sur R. Le discriminant Q de l'équation (1) par rapport à y sera un polynome de degré $2(m-1)$ des $A_{k\lambda}$ et de degré $2\nu(m-1)$ en x. D'ailleurs, on doit avoir

$$(2) \qquad Q = (x-a_1)\ldots(x-a_\sigma)X^2,$$

X étant un polynome de degré $d = (m-1)(\nu-1) - p$ en x, où le nombre p, défini par l'équation $\sigma - 2m = 2p - 2$, désigne le genre de la surface R. En comparant dans les deux membres de l'équation (2) les coefficients des mêmes puissances de x, on obtient un système de $2\nu(m-1)+1$ équations pour les $(m+1)(\nu+1)-1$ coefficients $A_{k\lambda}$ et les $d+1$ coefficients de X; dans ce système, que nous désignerons par $(M=0)$, le nombre $N = 2m\nu - p + 2$ des inconnues surpasse donc de $2\nu - p + 1$ celui des équations. Suivant le procédé indiqué par Kronecker au § 10 de sa *Festschrift*, décomposons le système $(M) = 0$ en facteurs de divers *rangs* (Stufe). Nous cherchons une fonction y uniforme sur R, qui reprend m fois chaque valeur; cette fonction doit donc contenir $2\nu - p + 1$ paramètres arbitraires. Nous n'avons donc besoin de nous occuper que du facteur de rang $N - 2\nu + p - 1$ du système $(M) = 0$,

facteur que nous désignerons désormais par $(M') = 0$. Dans le domaine de rationalité déterminé par les $a_1, \ldots, a_\sigma$, considérées comme variables indéterminées, décomposons $(M') = 0$ en facteurs irréductibles $(M''_1) = 0$, $(M''_2) = 0, \ldots$; chacun de ces facteurs définit les N inconnues et en particulier les $A_{k\lambda}$ comme fonctions algébriques des $a_1, \ldots, a_\sigma$, contenant encore $2\nu - p + 1$ paramètres arbitraires, que nous regarderons comme fixées une fois pour toutes. D'après le théorème de Puiseux généralisé, les diverses solutions $A^{(i)}_{k\lambda}$ d'un facteur irréductible $(M''_i) = 0$ proviennent l'une de l'autre en faisant décrire aux $a_1, \ldots, a_\sigma$ tous les chemins fermés possibles. En formant l'équation (1) avec les $A^{(i)}_{k\lambda}$ comme coefficients, il faut qu'au moins une de ces équations soit irréductible, car, autrement, il n'y aurait pas d'équation irréductible de degré m et à σ points de ramification simples quelconques, ce qui est absurde. Formons une telle équation $F_a(x, y_a) = 0$, en choisissant pour coefficients un système de déterminations uniformes des $A^{(i)}_{k\lambda}$, et soit R_a la surface de Riemann appartenant à cette équation. En faisant décrire aux $a_1, \ldots, a_\sigma$ tous les chemins fermés possibles, l'équation $F_a = 0$ sera changée en des équations $F_1 = 0, \ldots, F_q = 0$, et la surface de Riemann correspondante en $R_1, \ldots, R_q$, toutes ces surfaces provenant l'une de l'autre par *monodromie des points de ramification*. Si l'on applique les résultats de mon Mémoire (*Journal de Crelle*, t. 124, p. 292) aux surfaces de Riemann, résultats qui, dans ce cas particulier, sont d'accord avec ceux obtenus par M. Hurwitz dans un Mémoire antérieur (*Mathem. Annalen*, t. XXXIX), on reconnaît que toutes les surfaces de Riemann à m feuillets et ayant les points $a_1, \ldots, a_\sigma$ pour points de ramification simples proviennent l'une de l'autre par monodromie des points de ramification. Il faut donc que la surface R, donnée d'avance, se retrouve entre les surfaces $R_1, \ldots, R_q$ et, par suite, qu'une des équations $F_1 = 0, \ldots, F_q = 0$ appartienne à la surface R; le problème proposé est donc résolu.

» Mais il s'ensuit de cette résolution qu'au point de vue algébrique il soit indispensable de considérer non une surface de Riemann R spéciale, mais à la fois toutes les surfaces $R_1, \ldots, R_q$ provenant de R par monodromie des points de ramification, c'est-à-dire que, au lieu d'examiner, comme le fait Riemann, la fonction y appartenant à une surface R donnée, il faut envisager l'ensemble de toutes les fonctions $y_1, \ldots, y_q$ appartenant aux diverses surfaces $R_1, \ldots, R_q$. Cet ensemble constitue une seule fonction monogène, si on la regarde comme fonction des $\sigma + 1$ variables $x, a_1, \ldots, a_\sigma$, car toutes les $y_1, \ldots, y_q$ et ces fonctions seules proviennent de l'une d'entre elles, en faisant varier de toute manière possible ces $\sigma + 1$

variables. C'est surtout cette généralisation de la conception classique de Riemann qui nous semble mériter l'attention des géomètres, généralisation qui, d'ailleurs, s'approuve aussi dans les autres Chapitres de la théorie des fonctions algébriques, par exemple dans la théorie des équations différentielles linéaires auxquelles satisfont, selon *Fuchs*, les modules de périodicité des intégrales abéliennes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Bessel avec second membre.* Note de M. **Alexandre-S. Chessin**, présentée par M. Appell.

« On est souvent amené, dans les applications de la Physique mathématique, à l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{1}{x}\frac{dy}{dx} + \left(1 - \frac{n^2}{x^2}\right)y = f(x), \tag{1}$$

qui se ramène à celle de Bessel quand le second membre se réduit à 0. On sait que

$$y = AJ_n(x) + BK_n(x) \qquad (n = \text{entier}), \tag{2}$$

$$y = AJ_n(x) + BJ_{-n}(x) \qquad (n \neq \text{entier}) \tag{2'}$$

donnent la solution générale de l'équation (1) sans second membre. En appliquant la méthode de la variation des constantes arbitraires, on aura, pour déterminer A et B, les équations

$$\left\{\begin{aligned} \frac{dA}{dx} &= \frac{K_n(x)f(x)}{K_n(x)\dfrac{dJ_n(x)}{dx} - J_n(x)\dfrac{dK_n(x)}{dx}} \\ \frac{dB}{dx} &= \frac{-J_n(x)f(x)}{K_n(x)\dfrac{dJ_n(x)}{dx} - J_n(x)\dfrac{dK_n(x)}{dx}} \end{aligned}\right\} \qquad (n = \text{entier}). \tag{3}$$

$$\left\{\begin{aligned} \frac{dA}{dx} &= \frac{J_{-n}(x)f(x)}{J_{-n}(x)\dfrac{dJ_n(x)}{dx} - J_n(x)\dfrac{dJ_{-n}(x)}{dx}} \\ \frac{dB}{dx} &= \frac{-J_n(x)f(x)}{J_{-n}(x)\dfrac{dJ_n(x)}{dx} - J_n(x)\dfrac{dJ_{-n}(x)}{dx}} \end{aligned}\right\} \qquad (n \neq \text{entier}). \tag{3'}$$

» Or, il est aisé de s'assurer qu'on a les relations suivantes entre les

fonctions de Bessel de première et de seconde espèce :

$$(4)\qquad K_n(x)\frac{dJ_n(x)}{dx} - J_n(x)\frac{dK_n(x)}{dx} = -\frac{1}{x}\qquad (n = \text{entier}),$$

$$(4')\qquad J_{-n}(x)\frac{dJ_n(x)}{dx} - J_n(x)\frac{dJ_{-n}(x)}{dx} = \frac{2\sin n\pi}{\pi x}\qquad (n \neq \text{entier}).$$

» On aura donc

$$(5)\qquad \begin{cases} A = A' - \int x K_n(x) f(x)\,dx \\ B = B' + \int x J_n(x) f(x)\,dx \end{cases}\qquad (n = \text{entier}),$$

$$(5')\qquad \begin{cases} A = A' + \frac{\pi}{2\sin n\pi}\int x J_{-n}(x) f(x)\,dx \\ B = B' - \frac{\pi}{2\sin n\pi}\int x J_n(x) f(x)\,dx \end{cases}\qquad (n \neq \text{entier}),$$

et il ne reste qu'à substituer ces expressions pour A et B dans les formules (2) et (2') pour obtenir la solution générale de l'équation (1). »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur un exemple de transformation corrélative en Mécanique*. Note de M. **Paul-J. Suchar**, présentée par M. Appell.

« M. Painlevé a étudié des transformations générales de mouvement qui constituent la généralisation de la transformation homographique en Mécanique, indiquée par M. Appell. Je me propose, dans cette Note, d'indiquer un exemple de transformation corrélative.

» Soient r, θ, v les coordonnées polaires et la vitesse d'un point matériel M de masse 1, α l'angle de la vitesse avec l'axe polaire et J une force centrale passant par l'origine des axes, enfin M' le point correspondant à M sur la courbe hodographe.

» Considérons un second point matériel de même masse que le premier, sollicité par une force centrale J' passant aussi par l'origine. Je suppose que la constante des aires due à J' est la même que celle qui est due à J. Je cherche la relation liant J et J' et la correspondance existant entre les temps t et t' des deux mouvements, par la condition que la trajectoire du second mouvement soit la courbe hodographe du premier mouvement; quant au sens de ce second mouvement, nous disposerons des conditions initiales de manière qu'il soit le même que celui du point géométrique M'

correspondant au point matériel M. On remarque que la vitesse du second point matériel est égale au rayon vecteur r du point qui lui correspond sur la première trajectoire, puisque la constante des aires est la même dans les deux mouvements. De cette remarque et de l'hypothèse faite sur le sens du mouvement, il résulte que l'hodographe correspondant au second mouvement est une courbe symétrique par rapport au centre attractif de la trajectoire du premier mouvement, ou cette trajectoire elle-même, suivant que la force J est attractive ou répulsive.

» Si nous désignons par s et s' les arcs des trajectoires dans les deux mouvements, on aura, en se reportant à la définition de la courbe hodographe,

$$(1)\qquad \frac{ds'}{dt'} = \mathrm{J}\frac{dt}{dt'} = r, \qquad \frac{ds}{dt} = \mathrm{J}'\frac{dt'}{dt} = v,$$

d'où

$$(2)\qquad \mathrm{J}.\mathrm{J}' = rv.$$

» On obtient ainsi la correspondance existant entre t et t' et la relation liant J et J'.

» La formule bien connue de Binet nous donne pour ces deux mouvements, en ayant égard à (2),

$$(3)\qquad -\frac{c^2}{r^2}\left[\frac{d^2\frac{1}{r}}{d\theta^2} + \frac{1}{r}\right] = \mathrm{J},$$

$$(4)\qquad -\frac{c^2}{v^2}\left[\frac{d^2\frac{1}{v}}{d\alpha^2} + \frac{1}{v}\right] = \frac{rv}{\mathrm{J}}.$$

» Il résulte encore de la formule

$$v^2 = c^2\left[\left(\frac{d\frac{1}{r}}{d\theta}\right)^2 + \frac{1}{r^2}\right]$$

cette autre formule

$$r^2 = c^2\left[\left(\frac{d\frac{1}{v}}{d\alpha}\right)^2 + \frac{1}{v^2}\right].$$

» Enfin de la formule

$$(5)\qquad pv = c,$$

où p est la distance de l'origine à la tangente à la trajectoire, il résulte la

formule

$$(6) \qquad p'r = c,$$

ayant la même signification que la première et où p' est la distance de l'origine à la tangente à l'hodographe au point M'.

» Si la loi de la force est en général de la forme

$$J = \Phi(r, \theta, c),$$

la formule (3) est l'équation différentielle de la trajectoire, ou, en ayant égard à (6), on obtiendra aussi l'équation différentielle de la courbe hodographe en coordonnées tangentielles. La formule (4) nous montre alors que, si la loi de la force est de la forme

$$J = \Phi(v, \alpha, r),$$

elle est l'équation différentielle de la courbe hodographe en coordonnées polaires, qu'on pourra transformer à l'aide de (5), et l'on obtiendra l'équation différentielle de la trajectoire elle-même en coordonnées tangentielles.

» Enfin les formules (3) et (4) nous montrent que, si l'on sait déterminer le mouvement lorsque la loi de la force est de la forme

$$J = r\Phi(r, \theta, c),$$

on saura encore le déterminer lorsque la loi de la force est de la forme

$$J = \frac{r}{\Phi(v, \alpha, r)}.$$

» Nous avons là un exemple de transformation corrélative. En effet, il suffit de remarquer que l'hodographe, lorsque la force est centrale, est la polaire réciproque de la trajectoire tournée d'un angle droit dans un sens convenable, autour du centre attractif, qui est aussi le centre du cercle directeur. Il en résulte alors que, si les deux lois précédentes ont le même centre attractif, on pourra disposer des conditions initiales de façon que les trajectoires correspondant à l'une d'elles soient les polaires réciproques des trajectoires correspondant à l'autre.

» Considérons en particulier comme exemple les deux lois de forces trouvées par MM. Darboux et Halphen [1] :

$$J = \frac{\mu r}{(ax^2 + 2bxy + cy^2)^{\frac{3}{2}}}, \qquad J = \frac{\mu r}{(dx + ey + f)^3}.$$

---

(1) Darboux, Halphen, *Comptes rendus*, t. LXXXIV.

» Nous aurons, d'après la remarque précédente, deux lois nouvelles, pour lesquelles le mouvement s'obtiendra par des quadratures, à savoir

$$J = \frac{1}{\mu} r [a x'^2 + 2 b x' y' + c y'^2]^{\frac{3}{2}}, \qquad J = \frac{1}{\mu} r (d x' + e y' + f)^3,$$

où x' et y' sont les dérivées de x et y par rapport à t. Les trajectoires correspondant à ces dernières lois de forces seront des coniques, puisque la transformation est corrélative. »

PHYSIQUE. — *Précautions à prendre pour l'emploi des fils de cocon comme fils de torsion.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Lippmann.

« On sait que le fil tiré du cocon se compose de deux filaments à section sensiblement rectangulaire, que le ver étire et accole l'un à l'autre au moment où il les utilise.

» En même temps que le ver fabrique ce fil double, son corps produit des mouvements assez rapides de va-et-vient, de façon à former le feutrage très enchevêtré qui constitue les parois du cocon.

» Il en résulte que les deux brins qui composent chaque fil sont, au moment où ils se collent l'un à l'autre, dans un état de tension inégal. Chacun est dans un état comparable à celui d'un fil métallique recuit qu'on aurait d'abord enroulé en boudin, puis partiellement redressé.

» Les propriétés du fil de cocon dérivent de ce qu'il est formé de deux filaments de ce genre, collés l'un à l'autre sans qu'il y ait coïncidence entre leurs sinuosités respectives.

» D'ailleurs, la substance qui compose chaque filament se comporte comme un corps visqueux, incomplètement solidifié, dénué de toute élasticité proprement dite et très hygroscopique.

» Suivant les variétés de ver (et elles sont très nombreuses) la section de chaque filament peut varier du rectangle aplati au carré. Les dimensions du filament sont de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de millimètre.

» Ces particularités bien connues permettent de comprendre la façon dont le fil de cocon réagit contre la torsion et la traction.

» 1° *Filament simple.* — On peut, par un tour de main assez facile à saisir, mais impossible à décrire, dédoubler les fils de cocon. On observe sur le filament simple les propriétés suivantes :

» Sa force portante maxima est d'environ 4^{g}.

» Le filament conserve les sinuosités ou plutôt les inégalités dues à son origine; sous l'action de faibles poids, il subit d'abord un allongement de *redressement* qui peut atteindre $\frac{1}{50}$ de sa longueur et devient complet pour des poids de 1^g à $1^g,5$.

» Sous l'action de poids supérieurs, le filament subit un véritable allongement élastique, mais avec toutes les particularités provenant de sa viscosité et de son hygroscopicité.

» On peut remédier à ces inconvénients en laissant le fil pendant 1 ou 2 jours sous traction de quelques grammes; on l'humecte alors avec un peu d'eau distillée sur du coton; puis on le repasse en le faisant glisser sur un morceau de fil de laiton poli et chauffé à 100°-120°. Enfin, on le passe sur un morceau de coton imbibé de vernis gomme laque. On diminue ainsi la viscosité et l'hygroscopicité du fil.

» Mais, avant comme après ce traitement, le filament simple ne possède aucune élasticité de torsion. Un système qui lui est suspendu reste en équilibre *visqueux* dans un angle de près de 30°. Il semble que cette région d'indifférence diminue quand les poids attachés augmentent.

» 2° *Fil naturel double.* — Le fil double du cocon peut supporter 8^g et même 10^g pour certaines variétés de ver à soie.

» Ce fil présente à la traction les mêmes particularités que le fil simple. Il prend deux sortes d'allongements, l'un de redressement, l'autre à allure élastique, beaucoup plus faible que le premier. Des allongements brusques décollent partiellement les filaments, et l'allongement de redressement devient ainsi plus fort.

» Au point de vue de la torsion, les propriétés sont ici plus compliquées. Tant que le poids supporté n'est pas suffisant pour redresser le fil, c'est-à-dire tant que ce poids est inférieur à environ 2^g, on constate les propriétés visqueuses de la soie, avec un équilibre indifférent dans un angle de 20° à 30°.

» Pour des poids supérieurs, le fil se comporte, non plus comme un unifilaire visqueux, mais comme un véritable bifilaire. Il peut alors offrir un couple de torsion assez élevé, du même ordre que celui d'un fil d'argent de même diamètre et de même longueur.

» Le calcul montre, en effet, qu'un bifilaire, dont chaque brin serait dépourvu d'élasticité de torsion propre, qui aurait 10^{cm} de longueur et $\frac{1}{50}$ de millimètre d'écartement entre ses deux brins (dimensions qui correspondent à celles du fil de cocon), offrirait, pour un poids de 8^g et une torsion de 1 radian, un couple W égal à

$$W = 26 \times 10^{-4} \text{ erg.}$$

» Si, expérimentant avec ce fil considéré comme unifilaire, on calculait, à partir de cette valeur W supposée observée, le coefficient γ de Coulomb pour la soie, on trouverait

$$\gamma = 16 \times 10^8.$$

» Ce nombre, du même ordre que celui relatif à l'argent, serait beaucoup trop considérable pour la soie, et sa valeur varierait, du reste, avec les poids employés pour l'expérience.

» D'ailleurs, même lorsqu'il fonctionne comme bifilaire, le fil de cocon ne donne pas de zéro bien net aux systèmes qu'il supporte; ceci est dû, probablement, aux variations que chaque torsion fait subir au collage des deux filaments.

» L'ensemble des considérations qui précèdent suffit à montrer les précautions à prendre dans l'emploi des fils de cocon, et pour la mesure de ce qui paraît être, au premier abord, les coefficients d'élasticité de la soie.

» Certaines espèces de vers à soie, élevées en Chine, donnent des cocons jumeaux dont le fil se compose de quatre filaments accolés; beaucoup de soies écrues du commerce proviennent de ces cocons, et les considérations qui précèdent s'appliquent avec encore plus de force aux fils que l'on tire souvent de ces soies écrues pour l'usage des laboratoires. »

OPTIQUE. — *La vision à distance par l'électricité.* Note de M. **J.-H. Coblyn**, transmise par M. Potier.

« Le problème de la transmission d'une image à distance repose sur la variation de résistance électrique qu'éprouve une cellule à sélénium intercalée dans un circuit. Le courant variable ainsi produit, dépendant de l'éclat du point exploré à l'instant considéré, doit être transformé au poste récepteur en variations d'intensité d'une source lumineuse. L'auteur propose de laisser l'éclat de la source fixe, à l'inverse du téléphone à gaz de M. Lazare Weiller, qui agit directement sur la flamme; le courant transmis obture plus ou moins le faisceau émis par cette source, d'après l'idée proposée par MM. Ayrton et Perry. Il suffit, pour cela, d'employer l'oscillographe à fer doux de M. Blondel et de constituer l'équipage mobile par un tube creux oscillant dans un champ directeur.

» Reste l'exploration de l'image; c'est ce qui constitue la raison d'être de cette Note. Reprenant la théorie de M. Lazare Weiller, qui explore l'image par bandes parallèles, nous faisons remarquer qu'il faut décrire le patron d'un mouvement uniforme et ne jamais explorer un point plusieurs fois en un dixième de seconde, afin de transmettre chaque point avec son éclat respectif.

» Pour arriver à ce résultat, nous employons le système suivant : un diaphragme, percé d'un trou très petit, se trouve au foyer principal commun de deux lentilles convergentes; l'une de ces lentilles est placée devant l'image. De la sorte, on isole les rayons lumineux provenant de l'image et parallèles à l'axe général du système.

» L'autre lentille se trouve devant un cylindre creux, percé de fentes hélicoïdales et tournant perpendiculairement à l'axe optique du système avec une vitesse de 5 tours à la seconde.

» On s'arrange de manière que le diaphragme et les fentes du cylindre ne laissent passer, à un instant déterminé, qu'un seul rayon provenant d'un point de l'image, rayon qui sera parallèle à l'axe du système. Si la rotation est constante, le point exploré se déplace sur une série de bandes horizontales, et cela d'un mouvement uniforme.

» De plus, en remplaçant le diaphragme par le miroir d'un diapason vibrant verticalement, la série de lignes horizontales est changée, par composition optique, en un système de sinusoïdes qui, par un artifice particulier, forment une espèce de quadrillage : cette exploration est la plus rationnelle, car elle décompose l'image en une série de mailles ayant toutes la même aire (1). »

MAGNÉTISME. — *Variation de la résistance magnétique d'un barreau de traction.* Note de M. Fraichet.

« Prenons le barreau à éprouver comme noyau d'une bobine comprenant deux enroulements : 1° un circuit primaire relié aux bornes d'une pile; 2° un circuit secondaire relié aux bornes d'un galvanomètre. Toute modification du barreau soumis à la traction produit une variation du flux qui traverse le circuit secondaire et, par suite, une déviation du galvanomètre.

» *La déviation est discontinue.* — Toutes les fibres du barreau ne sont pas identiques; elles se rompent donc successivement. Pendant la période élastique, le flux varie, d'une façon continue, jusqu'à la rupture de la première fibre; mais cette rupture produit une chute brusque du flux, et cette diminution instantanée est d'autant plus grande que le faisceau des fibres qui se sont rompues ensemble est plus important.

» Le flux qui circulait par ces fibres est tombé brutalement, au moment de leur rupture; il remonte ensuite, de façon à prendre une valeur inférieure à sa valeur primitive et dépendant de la perméabilité du ciment qui est venu s'interposer dans la cassure.

» On voit donc que chaque rupture de fibres produit une oscillation dans la variation du flux, et ce n'est que lorsque le faisceau fibreux a complètement cédé que cette variation redevient continue.

(1) La description détaillée de l'appareil proposé sera faite ultérieurement dans *l'Éclairage électrique*.

» Le nombre et les amplitudes des oscillations sont d'autant plus grands que le métal est plus fibreux : un barreau d'acier dur trempé ne possède aucune fibre, par suite le flux qui le traverse varie, d'une façon continue, jusqu'à la rupture du barreau. Il en est de même pour un barreau d'une nuance quelconque qui a déjà subi une première traction au delà de sa limite élastique.

» *Détermination de la limite élastique.* — Il y a lieu de considérer deux limites : 1° la limite élastique du ciment, qui correspond à la déviation maximum du galvanomètre ; 2° la limite de résistance de la fibre la moins résistante, qui correspond à la première oscillation du galvanomètre.

» Ces deux limites sont, en général, très rapprochées de la limite élastique apparente indiquée par le manomètre de la machine à traction ; mais on a constaté, sur certains barreaux désorganisés par un chauffage à haute température, qu'il se produisait, parfois, quelques oscillations dès le commencement de la charge ; de semblables barreaux n'ont donc pas, à proprement parler, de limite élastique. Il en est de même pour la plupart des barreaux en fer puddlé ordinaire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Force électromotrice d'un élément de pile thermo-électrique.* Note de M. PONSOT, présentée par M. Lippmann.

« Aux bornes c et c' d'un élément de pile thermo-électrique on oppose une source électrique dont la force électromotrice, de e volts, équilibre celle de l'élément. Le déplacement réversible de 1 coulomb dans l'élément thermo-électrique, et dans le sens du courant qui parcourrait cet élément supposé seul, emprunte une énergie de e joules, fournie par :

» 1° q unités de chaleur absorbées dans la soudure chaude, tandis que q_0 unités de chaleur ont été cédées à la soudure froide ; 2° par la chaleur empruntée dans les fils aa' et bb' de l'élément.

» On sait que l'inégalité de température entre deux tranches voisines d'un conducteur homogène amène entre elles une différence de potentiel et engendre ainsi une force électromotrice. La valeur du potentiel en un point donné d'un conducteur donné est une fonction de sa température actuelle, si son état physique, sa constitution chimique ne dépendent que de cette température. La soudure a, b étant à la température θ, la soudure a', b' à la température $\theta_0 < \theta$, $\mathcal{E}$ étant le potentiel d'un point de aa', $\mathcal{E}'$ celui d'un point bb', un coulomb, parcourant le chemin $c'b'a'abc$, aura

pris sous forme de chaleur une quantité d'énergie, en joules,

$$\int_{\theta_0}^{\theta} \left(\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} - \frac{d\mathcal{E}'}{d\theta} \right) d\theta.$$

L'unité de chaleur choisie étant équivalente à 1 joule, on a

(1) $$e = q + \int_{\theta_0}^{\theta} \left(\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} - \frac{d\mathcal{E}'}{d\theta} \right) d\theta - q_0,$$

(2) $$0 = \frac{q}{\theta} + \int_{\theta_0}^{\theta} \frac{1}{\theta} \left(\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} - \frac{d\mathcal{E}'}{d\theta} \right) d\theta - \frac{q_0}{\theta_0}.$$

Liebenow a donné l'expression suivante :

$$\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} = \pm 2,04 \sqrt{\frac{\mathrm{RL}}{\theta}},$$

R étant la résistance spécifique, L le coefficient de conductibilité calorifique; mais cette expression ne peut pas être utilisée ici.

» Lorsque, au moyen d'une force électromotrice compensatrice appliquée en cc', on fait cesser le courant électrique, on peut dire que la force électromotrice existant dans le fil aa', force électromotrice que je supposerai croissante de a en a' et égale à E, est équilibrée par une force électromotrice égale et de signe contraire, provenant du reste du circuit. Je comparerai le tout à une machine de Carnot.

» Dans le fil aa', l'énergie à fournir pour un déplacement électrique réversible représente celle qu'on doit céder à la machine de Carnot dans un cycle complet; l'énergie que reçoit le reste du circuit de l'élément thermo-électrique et le circuit de la force électromotrice compensatrice représente celle que la machine de Carnot fournit au milieu extérieur dont les forces équilibrent la force expansive de la matière de cette machine.

» Le fil aa' est le siège d'un phénomène irréversible de conduction de chaleur : avec une machine de Carnot on peut arrêter, en a, q unités de chaleur et, après un cycle complet de modifications réversibles, rendre, en a', q' unités de chaleur; on sait qu'on a

$$\frac{q}{\theta} = \frac{q'}{\theta_0},$$

la force d'expansibilité de la matière de la machine ayant fourni au milieu extérieur un travail équivalent à $q - q'$.

» Posant $n\mathrm{E} = q - q'$, on peut dire que n coulombs allant de a en a'

retiendront dans ce trajet l'énergie $q - q'$, qu'ils emporteront pour l'abandonner dans le reste du circuit : c'est comme s'ils entraînaient avec eux, de a, q unités de chaleur, pour n'en laisser en a' que q' unités et emporter le reste.

» Si l'on divise le fil aa' par des sections caractérisées par les températures $\theta\theta_1\theta_2\ldots$ et les valeurs $\mathcal{E}\mathcal{E}_1\mathcal{E}_2\ldots$ du potentiel électrique, et si l'on pose

$$\frac{q}{\theta} = \frac{q_1}{\theta_1} = \frac{q_2}{\theta_2},$$

les n coulombs emportent dans les tranches successives du fil

$$q - q_1 = \frac{q}{\theta}(\theta - \theta_1) = n(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}),$$

$$q_1 - q_2 = \frac{q}{\theta}(\theta_1 - \theta_2) = n(\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1), \qquad \ldots,$$

d'où

$$\frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}}{\theta - \theta_1} = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{\theta_1 - \theta_2} = \ldots = \frac{E}{\theta - \theta_0} = \frac{q}{\theta} : n = \text{const.}$$

Cette utilisation progressive d'une partie de la chaleur de conduction, dans toutes les tranches du fil, permet de comprendre que cette chaleur puisse alimenter une force électromotrice dirigée en sens inverse de celle considérée.

» *Dans chaque tranche du conducteur, l'unité d'électricité utilise la chute de température d'une quantité invariable d'entropie.*

» En admettant la relation de Liebenow, L étant indépendant de θ, on aurait $R : \theta = \text{const.}$; R *serait nul au zéro absolu :*

» Loi expérimentale approchée de quelques métaux purs.

» Si, dans les égalités (1) et (2), on pose $\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} - \frac{d\mathcal{E}'}{d\theta} = B$, on a

$$(3) \qquad e = \left(B + \frac{q_0}{\theta_0}\right)(\theta - \theta_0) - B\theta(\operatorname{Log}\theta - \operatorname{Log}\theta_0);$$

comme $\frac{de}{d\theta}$ doit être indépendant de θ_0, on a

$$(4) \qquad \frac{q}{\theta} + B \operatorname{Log}\theta = \text{const.}$$

Il est désirable d'utiliser la relation (3) à la mesure des températures absolues; on écrira

$$e_\theta = a\theta + b\theta \log\theta + c; \qquad e_{\theta_0} = 0,$$

a, b, c étant des constantes, dont la dernière seule dépend de θ_0; on se servira des logarithmes usuels. Pour la détermination des constantes on devra faire deux mesures; on sera donc obligé de connaître trois températures absolues, la valeur de l'une d'elles étant choisie arbitrairement.

» La détermination des températures absolues au moyen de la mesure de q (4) (Pellat) demanderait la détermination de deux constantes et la connaissance de deux températures absolues, l'une d'elles ayant une valeur donnée.

» Si, pour la détermination des constantes d'un élément thermo-électrique, l'on accepte les données d'un thermomètre quelconque, dans un intervalle déterminé de températures, je crois qu'on pourra affirmer que ce thermomètre ne donne pas une *échelle exacte* de températures absolues, si cette échelle ne coïncide pas, dans toute son étendue, avec celle de l'élément thermo-électrique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage volumétrique du tannin et analyse des bois et extraits tanniques.* Note de M. **Albert Thompson**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait que le tannin, en présence des solutions d'alcalis caustiques, soude ou potasse, absorbe très rapidement l'oxygène. Notre méthode repose sur les considérations suivantes :

» 1° L'eau oxygénée se dissocie totalement en oxygène et en eau sous l'influence du bioxyde de plomb chimiquement pur, en présence des alcalis caustiques, soude ou potasse, en solution concentrée. Le bioxyde de plomb doit être obtenu en traitant le minium pur par l'acide azotique.

» 2° L'oxygène naissant ainsi produit est rapidement absorbé par le tannin lorsque ce dernier est ajouté dans l'eau oxygénée alcaline avant l'addition du bioxyde de plomb.

» 3° Le tannin une fois saturé, la dissociation de l'eau oxygénée se continue comme si ce corps n'était pas présent, et la totalité de l'oxygène en excès est mise en liberté.

» 4° $0^{g},10$ de tannin chimiquement pur et anhydre absorbent 20^{cm^3} d'oxygène mesurés à 0° et 760^{mm}.

» 5° Enfin le tannin est soluble dans l'alcool à 90°, tandis que la plupart des substances minérales et pectiques qui l'accompagnent sont insolubles.

» L'analyse d'un tannin comporte donc : 1° la détermination de la

quantité d'oxygène dégagée par un volume connu d'eau oxygénée; 2° la mensuration de l'oxygène dégagé par un même volume d'eau oxygénée, en présence d'un poids connu de tannin purifié à l'aide d'un traitement par l'alcool à 90°. La différence entre les deux volumes obtenus donnera la quantité d'oxygène fixé par le tannin.

» Pour réaliser ces expériences nous avons combiné un tannomètre spécial entièrement en verre, qui permet d'introduire successivement les réactifs au moment voulu, sans ouvrir l'appareil et sans modifier le volume intérieur.

» *Dosage du tannin.* — On pèse 1^{g} du tannin à analyser réduit en poudre très fine, on le met dans une fiole jaugée de 50^{cm^3} et l'on ajoute de l'alcool à 90° jusqu'au trait. On agite fréquemment et l'on filtre après une heure de contact. On mesure 25^{cm^3} de la solution filtrée et l'on évapore à sec au bain-marie. Le résidu est dissous dans de l'eau distillée pour faire 25^{cm^3} dont 5^{cm^3} contiendront $0^{g},10$ du tannin à analyser.

» Le tannomètre étant maintenu verticalement, on introduit 5^{cm^3} de lessive de soude dans l'ampoule B, et du bioxyde de plomb dans le tube D. On mesure alors 5^{cm^3} de la solution de tannin, que l'on verse dans l'ampoule A, on ajoute 2^{cm^3} d'eau oxygénée, préalablement titrée avec le même appareil. Enfin, on verse de l'eau dans la cloche à gaz C jusqu'au 0° supérieur. Après avoir noté la température et la pression, on fait arriver la lessive de soude, on agite et l'on fait tomber du bioxyde de plomb après 15 minutes de contact. Au bout de 2 heures de repos, on fait de nouveau tomber du bioxyde, on agite et on lit le volume d'oxygène dégagé. On note de nouveau la température et la pression. La réaction doit être terminée et, si une variation se produisait au bout d'une heure, il faudrait recommencer le dosage.

» Le volume d'oxygène absorbé par le tannin, divisé par 2, donne le titre en tannin pur.

» *Applications aux bois et extraits tanniques.* — La marche générale est la même que pour les tannins, avec cette différence que l'on emploie l'alcool méthylique purifié à 90°, qui épuise plus facilement ces matières industrielles que l'alcool ordinaire.

» *Vérification de la méthode.* — Pour bien nous assurer que les chiffres obtenus se rapportaient bien à du tannin complètement assimilable par la peau, nous avons préparé des dissolutions à 1 pour 100 de tannin pur et anhydre et analysé ces liqueurs avant et après l'action de la peau. Cette précipitation a été effectuée par les procédés connus, qui constituent, du reste, des méthodes de dosage.

Tannin pur (1 échantillon).

	I.	II.	III.
Avant le traitement par la peau	99,2	98,9	99,3
Après » »	Néant	Néant	Néant

Extrait de châtaignier (3 échantillons).

	I.	II.	III.
Avant le traitement par la peau	28,53	31,17	22,56
Après » »	Néant	Néant	Néant

» Les résultats obtenus représentent donc bien du tannin entièrement assimilable par la peau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle base dérivée du galactose.* Note de M. **E. Roux**, présentée par M. A. Haller.

» Dans une Note précédente (¹), M. Maquenne et moi avons fait connaître qu'en réduisant les oximes des sucres on obtient des bases polyalcooliques et nous avons décrit l'une d'elles, la glucamine, qui dérive du glucose.

» La même méthode, appliquée à l'oxime du galactose, donne une autre base, isomère de la précédente, que, par analogie, j'appellerai *galactamine*.

» Ses propriétés générales sont semblables à celles de la glucamine déjà décrite. D'après la notation proposée par M. Maquenne, elle représente *l'amino-1-hexanepentol* $\frac{2.5}{3.4}6$,

$$\begin{array}{ccccccccccccc} & & & & OH & & H & & H & & OH & & \\ & & & & | & & | & & | & & | & & \\ AzH^2 & - & CH^2 & - & C & - & C & - & C & - & C & - & CH^2OH. \\ & & & & | & & | & & | & & | & & \\ & & & & H & & OH & & OH & & H & & \end{array}$$

» La galactamine se présente sous forme d'une masse incolore, d'aspect cristallin, très soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool bouillant, qui fond vers 139° et donne à l'analyse des nombres qui concordent avec la formule $C^6H^{15}AzO^5$. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$, en solution aqueuse à 10 pour 100, est de $-2°,77$, sans multirotation.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 980.

» Son action sur les sels métalliques est semblable à celle de la glucamine, cependant elle ne donne pas de combinaison cristallisée avec le sulfate de cuivre. C'est une base forte, qui déplace l'ammoniaque.

» Nous décrirons ici quelques-uns de ses sels et de ses dérivés :

» *Oxalate neutre* : $(C^6H^{13}O^5AzH^2)^2C^2O^4H^2, 2H^2O$. — Ce sel, très soluble dans l'eau, cristallise, par évaporation spontanée de ce dissolvant, en fines aiguilles arborescentes. Il perd assez rapidement son eau de cristallisation à 100°. Son point de fusion instantanée est 129°-130°. Il est insoluble dans l'alcool à 95° bouillant, mais assez soluble dans l'alcool faible. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ est $-11°,28$ pour une concentration de 8 pour 100.

» En ajoutant peu à peu de l'alcool fort à sa solution dans l'alcool à 60°, on précipite de l'*oxalate anhydre*, sous forme d'une poudre blanche, constituée par des amas de cristaux aciculaires, fondant à 200°.

» *Chlorhydrate* : $HCl.AzH^2C^6H^{13}O^5, H^2O$. — Il cristallise en fines aiguilles prismatiques, extrêmement solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool à 95°, assez solubles dans l'alcool à 60°, s'effleurissant dans l'air sec. En ajoutant de l'alcool à sa solution aqueuse, on précipite le *chlorhydrate anhydre* sous forme d'une poudre amorphe.

» C'est un isomère du chlorhydrate de dulcitamine décrit par Bouchardat [1].

» *Picrate* : $C^6H^2(AzO^2)^3OH, C^6H^{13}O^5AzH^2$. — Poudre cristalline d'un beau jaune de chrome, formée de petites aiguilles, très soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool fort et légèrement soluble dans l'alcool éthéré.

» *Chloroplatinate* : $(C^6H^{13}O^5AzH^2, HCl)^2PtCl^4$. — Cristallise en lamelles jaune orangé ayant la forme d'un triangle dont l'un des sommets est arrondi. Très soluble dans l'eau et, cependant, peu hygrométrique, il est très peu soluble dans l'alcool à 95° et assez soluble dans l'alcool à 80° ainsi que dans l'alcool méthylique. Il ne s'altère pas sensiblement à 100°.

» C'est un isomère du chloroplatinate de dulcitamine de Bouchardat.

» *Sulfate neutre* : $SO^4(AzH^3C^6H^{13}O^5)^2$. — Cristallise en belles aiguilles prismatiques. Il est extrêmement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool à 95° et assez soluble dans l'alcool à 50°.

» *Benzalgalactamine* : $C^6H^5CH = AzC^6H^{13}O^5$. — Obtenue en faisant réagir l'aldéhyde benzoïque sur la galactamine. Elle cristallise en petites lamelles rectangulaires qui se groupent en étoiles. Ce corps est décomposé rapidement par l'eau à 100°, mais l'eau froide, dans laquelle il est presque insoluble, ne l'hydrolyse que lentement. Il est insoluble dans l'alcool et ne se dissout que dans un mélange d'alcool et d'aldéhyde benzoïque, dans lequel on peut le faire cristalliser. Il fond à 195°-196° en se décomposant.

» *Galactamine-urée* $AzH^2 - CO - AzHC^6H^{13}O^5$. — Obtenu par réaction du sulfate de galactamine sur le cyanate de potassium, ce corps cristallise en lamelles rectangulaires. Il est très soluble dans l'eau et très peu soluble dans l'alcool. Il fond à 180°

(1) BOUCHARDAT, *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1406.

sans se décomposer. Son pouvoir rotatoire est $-12°,50$, sans multirotation. Il est décomposé par l'hypobromite de soude de la même façon que la glucamine-urée : l'azote se dégage et des produits réducteurs se forment, tout d'abord, qui disparaissent rapidement, par oxydation, en donnant notamment de l'acide oxalique.

» *Galactamine-phénylurée* $C^6H^5AzH-CO-AzHC^6H^{13}O^5$. — On l'obtient en faisant réagir l'isocyanate de phényle, en quantité théorique, sur la galactamine dissoute dans la pyridine. Ce corps cristallise en longues et fines aiguilles prismatiques, qui se groupent en faisceaux et forment une masse volumineuse. Il est peu soluble dans l'eau ou dans l'alcool bouillants et presque insoluble dans ces liquides froids; il se dissout facilement dans la pyridine. Il fond à 219° sans se décomposer.

» *Galactamine-phénylurée pentacarbamique :*

$$C^6H^5AzH-CO-AzHC^6H^8O^5(COAzHC^6H^5)^5.$$

Se prépare en faisant agir sur la galactamine l'isocyanate de phényle en excès. Ce corps cristallise en petites aiguilles fusiformes. Il est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool, la benzine, le toluène et assez soluble dans la pyridine. Il fond à 325° en se décomposant.

» *Mercapto-galactoxazoline* $Az\begin{cases}CH^2-CH-(CHOH)^3-CH^2OH\\ \quad\quad\quad\ \ | \\ C(SH)-O\end{cases}$. — Dans une Note précédente ([1]), M. Maquenne et moi avons montré que le sulfure de carbone attaque les polyoxyamines à chaud, en donnant des combinaisons cycliques à un seul atome de soufre, qui appartiennent vraisemblablement à la famille des oxazolines.

» La galactamine ainsi traitée par le sulfure de carbone donne une mercapto-butyltétrol-oxazoline, que je désigne sous le nom de *mercapto-galactoxazoline,* pour la distinguer de son isomère dérivé du glucose, lequel doit être désigné sous le nom de *mercapto-glucoxazoline.*

» Ce corps cristallise en lamelles ayant la forme d'un rectangle accolé par un côté à la base d'un triangle; ce qui leur donne l'aspect d'une enveloppe ouverte. Il est très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool. Il fond à 185°-186°, sans décomposition. C'est un corps très stable, comme son isomère dérivé du glucose, avec lequel il présente de grandes analogies. Cependant, il ne donne pas comme lui de combinaison cristallisée avec le nitrate d'argent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau composé du groupe de l'hexaméthylène-tétramine.* Note de M. Marcel Descudé, présentée par M. A. Haller.

« *Action de l'ammoniac sur le dibenzoate de méthylène.* — Le dibenzoate de méthylène se comporte, vis-à-vis du gaz ammoniac, comme les éthers-sels; il se forme, d'une part, de la benzamide; d'autre part, le glycol

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 1589.

méthylénique : $CH^2\langle^{OH}_{OH}$

$$\begin{matrix}C^6H^5 - CO - O\\ C^6H^5 - CO - O\end{matrix}\rangle CH^2 + 2AzH^3 = 2(C^6H^5 - CO\,AzH^2) + CH^2\langle\begin{matrix}O & H\\ & OH\end{matrix}.$$

» Ce glycol instable se dédouble en *eau* et *aldéhyde formique*, ce qui complique la réaction. L'aldéhyde formique réagit sur l'ammoniac en excès pour donner l'*hexaméthylène-tétramine* et une nouvelle quantité d'eau :

$$(CH^2O)^6 + 4AzH^3 = 6H^2O + (CH^2)^6Az^4.$$

» Enfin, une certaine quantité de dibenzoate est saponifiée :

$$\begin{matrix}C^6H^5 - CO - O\\ C^6H^5 - CO - O\end{matrix}\rangle CH^2 + 2AzH^3 + 2H^2O = 2(C^6H^5 - CO\,O\,AzH^4) + CH^2\langle\begin{matrix}O & H\\ & OH\end{matrix}.$$

» De sorte que, lorsque la réaction est terminée, on obtient un mélange de *benzamide*, de *benzoate d'ammonium* et *d'hexaméthylène-tétramine*.

» J'ai réalisé l'expérience en présence d'un grand excès d'alcool absolu et, après avoir chassé celui-ci, à froid, par distillation dans le vide, j'ai pu séparer, dans le résidu, les trois produits précédents. Dans le cas du dibenzoate, l'hexaméthylène-amine ne se forme que dans de faibles proportions; mais en opérant avec le *diacétate de méthylène*, il s'en forme une notable quantité; de plus, il est ici possible d'opérer en présence d'une faible quantité d'alcool, et l'hexaméthylène-amine se dépose, *presque entièrement*, sous forme de beaux cristaux, très limpides. C'est même là un procédé très rapide pour obtenir cette base à l'état de pureté.

» Lorsque l'action de l'ammoniac sur le dibenzoate est terminée, on a une solution alcoolique *limpide*, qui ne *renferme* que les corps indiqués plus haut.

Si, au lieu de distiller cette solution dans le vide, on chasse l'alcool par évaporation au bain-marie, il se produit de nouvelles réactions. Au bout de 12 à 15 heures environ, on obtient un produit à peu près sec qui, épuisé par l'eau bouillante, laisse un résidu très notable (près d'un tiers), alors que les produits primitifs étaient tous solubles. On le recueille sur le filtre et on le lave à l'eau bouillante, *jusqu'à ce qu'il ne se dissolve plus rien*. On le sèche et on le reprend par l'alcool bouillant. Par refroidissement, il se dépose sous forme de paillettes brillantes constituées par des octaèdres clinorhombiques.

» *Propriétés*. — Ce corps, inodore, est complètement insoluble dans l'eau, même à chaud. Il est à peu près insoluble dans l'éther, le sulfure de carbone, l'acétone, la benzine. Il est peu soluble dans l'alcool : 100^g d'alcool absolu en dissolvent $0^g,531$ à 18°; l'alcool bouillant en dissout environ huit fois plus. L'acétate d'éthyle se comporte de même. Le chloroforme et l'acide acétique le dissolvent assez bien.

» *Action de la chaleur*. — Il fond vers 187°, en un liquide incolore qui brunit

rapidement pour peu qu'on dépasse cette température. Par refroidissement, *il conserve sa transparence* et présente alors l'aspect d'un morceau de verre. Sous cet état, il est cassant et très léger; $D = 1,240$ maintenu pendant quelque temps dans l'eau, il devient opaque, par suite d'une transformation qui s'opère de la surface au centre; et, si l'on casse un morceau ainsi altéré, on constate qu'il n'a perdu sa transparence que sur les bords. Si l'on cherche à le sublimer, il se décompose; il se forme de légers flocons vers 125° (probablement de la benzamide).

» *Action des acides étendus.* — L'action des acides sur ce composé est particulièrement intéressante, car elle va servir à établir sa formule de constitution. Tous les acides minéraux, en solution aqueuse même très étendue, le transforment en quelques instants, à l'ébullition, en *méthylène-dibenzamide;* à côté de ce produit, très facile à caractériser, il y a mise en liberté d'aldéhyde formique et d'ammoniac.

» Les analyses et la cryoscopie conduisent à la formule brute

$$\mathrm{C^{24}H^{24}Az^4O^3},$$

qui peut s'écrire, en mettant en relief les divers groupements,

$$(\mathrm{C^6H^5 - CO\,AzH})^3(\mathrm{CH^2})^3\mathrm{Az},$$

et la formule de constitution qui paraît la plus vraisemblable est

$$(1)\qquad \left.\begin{array}{l}\mathrm{C^6H^5 - CO\,AzH - CH^2}\\ \mathrm{C^6H^5 - CO\,AzH - CH^2}\\ \mathrm{C^6H^5 - CO\,AzH - CH^2}\end{array}\right\rangle \mathrm{Az}.$$

» Le mode de formation de ce corps s'accorde, d'ailleurs, avec cette formule. *J'ai pu, en effet, le reproduire en faisant réagir directement la benzamide sur l'hexaméthylène-tétramine ou sur un mélange d'aldéhyde formique en solution aqueuse et d'ammoniaque.* Dans ce dernier cas, le mécanisme de la réaction peut se concevoir très simplement de la façon suivante :

$$\mathrm{Az}\left\langle\begin{array}{l}\mathrm{H} \;+\; \overline{\mathrm{HO}}\,\mathrm{CH^2}\,\boxed{\mathrm{OH\;\;H}} \;+\; \mathrm{AzH - CO - C^6H^5}\\ \mathrm{H} \;+\; \mathrm{CH^2(OH)^2} + \mathrm{AzH - CO - C^6H^5}\\ \mathrm{H} \;+\; \mathrm{CH^2(OH)^2} + \mathrm{AzH - CO - C^6H^5}\end{array}\right. = 6\,\mathrm{H^2O} + \mathrm{Az}\left\langle\begin{array}{l}\mathrm{CH^2 - AzH - COC^6H^5}\\ \mathrm{CH^2 - AzH - COC^6H^5}\\ \mathrm{CH^2 - AzH - COC^6H^5}\end{array}\right..$$

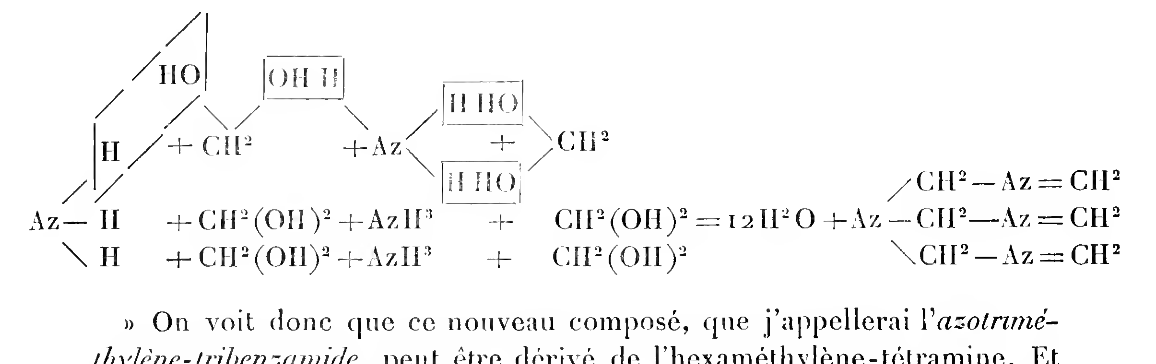
» Les acides en solution diluée, agissant comme agents d'hydratation, produisent la réaction inverse. La moitié de l'aldéhyde réagit sur la

benzamide formée pour donner naissance au méthylène-dibenzamide :

$$CH^2O + (AzH^2 - COC^6H^5)^2 = H^2O + CH^2\begin{cases} AzH - CO\,C^6H^5 \\ AzH - CO\,C^6H^5 \end{cases}$$

et l'autre moitié se retrouve à l'état libre.

» D'ailleurs, l'hexaméthylène-tétramine elle-même peut prendre naissance par un mécanisme semblable :



» On voit donc que ce nouveau composé, que j'appellerai l'*azotriméthylène-tribenzamide*, peut être dérivé de l'hexaméthylène-tétramine. Et comme, d'autre part, il semble difficile, d'après ce qui précède, de lui attribuer d'autre formule que la formule (1), on doit voir là une preuve nouvelle à l'appui de la formule de constitution de l'hexaméthylène-tétramine, constitution qui fut récemment l'objet d'une très longue discussion. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'acide solide de l'huile d'*Elæococca vernicia. Note de M. **L. Maquenne**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« D'après Cloez, à qui l'on doit la découverte des corps qui nous occupent, l'huile normale d'*Elæococca* renferme, à l'état de glycéride, un acide cristallisable particulier, l'acide *élæomargarique* $C^{17}H^{30}O^2$, qui fond à 48° et est éminemment siccatif.

» Ce composé ne se rencontre que dans l'huile fluide, préparée par pression ou par épuisement à l'éther. L'huile concrète, que l'on obtient par le sulfure de carbone ou qui se forme spontanément par insolation de l'huile liquide, fournit un autre acide, également cristallisable, qui présente la même composition que le précédent, mais n'entre en fusion qu'à 71° et se dissout en moindre quantité dans l'alcool. Cloez a donné à ce second corps

le nom d'*acide élæostéarique* et a admis qu'il résulte de la polymérisation du premier (¹).

» La présence, dans un corps gras naturel, d'un acide renfermant 17^{at} de carbone paraissant *a priori* quelque peu anormale, il nous a semblé utile de reprendre cette étude.

» Les recherches qui suivent ont porté sur un échantillon d'huile authentique, fraîchement extraite par pression des graines d'*Elæococca*, encore parfaitement limpide et seulement teintée de jaune clair.

» I. *Isomérisation de l'acide élæomargarique.* — La transformation, au contact du sulfure de carbone, de l'acide élæomargarique fusible à 48° en acide élæostéarique fusible à 71° ne doit pas, comme le pensait Cloez, être attribuée à la seule influence de ce dissolvant, mais bien à celle du soufre libre qu'il renferme habituellement en dissolution. Une trace de ce métalloïde, ajoutée à l'huile normale ou à l'acide élæomargarique fondu, suffit en effet pour la provoquer, et l'on a là un moyen excellent pour préparer rapidement et à l'état pur l'acide fusible à 71°.

» L'iode agit de même, ce qui montre que la transformation dont il s'agit est en rapport avec la production passagère de quelque composé d'addition indéterminé.

» L'acide nitreux, ainsi d'ailleurs que le brome, donne lieu à une attaque plus profonde dont les produits n'ont pu être isolés; néanmoins il nous a paru logique de rapprocher cette influence du soufre de celle bien connue qu'exercent les produits nitreux sur l'acide oléique ou l'acide érucique. Si ce rapprochement est légitime, les acides élæomargarique et élæostéarique doivent être isomères et non polymères; c'est ce qui a lieu en effet, ainsi que nous avons pu nous en assurer par ébullioscopie dans l'éther : les poids moléculaires de ces deux corps ont été trouvés respectivement égaux à 295 et 294, c'est-à-dire identiques (²).

» II. *Composition.* — L'analyse de ces produits présente de sérieuses difficultés, à cause de la rapidité avec laquelle ils s'oxydent, même à froid; il est d'ailleurs impossible d'établir leur véritable composition par voie indirecte, car ils ne fournissent aucun dérivé défini sous l'action des réactifs usuels : l'acide sulfurique et l'acide iodhydrique concentrés les charbonnent instantanément; le brome donne par addition directe un dibromure qui noircit dès qu'on évapore ses dissolutions; enfin, leurs combinaisons métalliques et leurs phénylhydrazides, qui sont cristallisables, s'altèrent aussi rapidement que les acides libres, sans offrir, par conséquent, de plus grandes garanties de pureté.

» Lorsqu'on analyse un produit simplement séché dans une cloche à vide ou dans une atmosphère d'acide carbonique, dont il est difficile d'éliminer les dernières traces d'oxygène, on arrive à des nombres qui concordent sensiblement avec la formule de

(¹) Cloez, *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 469; LXXXII, p. 501 et LXXXIII, p. 943.

(²) Cette valeur dépasse notablement celle du poids moléculaire vrai de l'acide élæostéarique; l'écart tient à ce que l'expérience a porté sur des acides préparés sans précautions spéciales et qui, bien que maintenus dans une atmosphère d'acide carbonique, avaient déjà subi un commencement d'oxydation.

Cloez, mais si l'on a soin d'effectuer la dessiccation dans le vide de la trompe à mercure, en opérant sur un produit fraîchement cristallisé et assez vite pour qu'il ne s'écoule pas plus de 40 à 45 minutes entre le début de la dissolution dans l'alcool du corps brut et la mise en ampoules du corps pur, on trouve régulièrement 0,5 pour 100 de carbone en plus et à peu près autant d'hydrogène en moins ([1]).

» Il en résulte que la véritable formule des acides en question doit s'écrire $C^{18}H^{30}O^2$, et, en conséquence, que ces corps doivent être rangés dans la série stéarique, à côté de l'acide linolénique qui, d'après Hazura, présente la même composition.

» III. *Oxydation.* — L'acide élæostéarique fusible à 71° est vivement attaqué par le permanganate de potassium; en opérant comme nous l'avons dit autrefois, à propos de l'oxydation de l'huile de ricin ([2]), on voit se former à peu près uniquement de l'acide azélaïque, fusible à 105°-106°, et de l'acide valérianique normal, qui a été caractérisé sous forme d'éther éthylique, bouillant à 145°. Le reste de la molécule, qui comprend encore 4^{at} de carbone, est entièrement détruit, ce qui laisse indécise la question de savoir si l'acide élæostéarique renferme deux ou trois liaisons multiples; en d'autres termes, s'il est éthylénique et acétylénique ou triéthylénique.

» Le seul fait certain qui découle des résultats précédents c'est que l'acide élæostéarique possède deux lacunes dans les positions 5 et 9.

» L'acide fusible à 48° donne, ainsi que nous l'avons expressément vérifié, les mêmes produits d'oxydation que son isomère.

» *Conclusions.* — 1° Les deux acides signalés par Cloez dans son étude de l'huile d'*Elæococca* sont des stéréoisomères, présentant entre eux les mêmes rapports qui existent entre l'acide oléique et l'acide élaïdique.

» 2° Ils appartiennent à la série stéarique et possèdent la même formule $C^{18}H^{30}O^2$ que l'acide linolénique des huiles de lin et de chènevis.

» 3° Le nom d'*acide élæomargarique*, ne répondant plus à aucun des caractères du corps qu'il désigne, devra être désormais supprimé. Nous proposons de le remplacer par celui d'*acide élæostéarique* α, tout en conservant pour son isomère fusible à 71° la dénomination adoptée par Cloez, à laquelle il suffira, pour éviter toute confusion, d'ajouter le symbole β. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la musculamine, base dérivée des muscles.* Note de MM. A. Étard et A. Vila, présentée par M. Roux.

« I. Depuis de nombreuses années on s'efforce de connaître la constitution chimique des groupes dont l'ensemble forme pendant la vie les tissus

---

([1]) Carbone trouvé : 77,50 et 77,67; calculé : 77,70. Hydrogène trouvé : 10,89 et 10,86; calculé : 10,79. L'analyse a porté seulement sur l'acide fusible à 71°, qui paraît être un peu moins altérable que son isomère.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, p. 1061.

et les humeurs de l'organisme. De ces études chimiques sortira quelque jour une connaissance plus complète des mutations cellulaires; aussi un intérêt particulier s'attache à l'isolement de matières nouvelles dérivées des protoplasmides. Après avoir hydrolysé du muscle de veau et séparé les matériaux connus tels que tyrosine, glycocolle, leucine et acide glutamique, il reste un sirop très complexe soluble dans l'alcool méthylique pur. L'acide phosphotungstique précipite abondamment ce sirop, mais ce dernier peut contenir bien des principes divers. Nous avons pensé que, parmi les alcaloïdes pouvant exister, une différence de basicité pourrait se manifester vis-à-vis du chlorure de benzoïle. En milieu anhydre selon la méthode de Gerhardt, le chlorure benzoïque réagit avec trop d'intensité. La même réaction en solution potassique (Schotten-Baumann) ne nous a pas donné de résultats très pratiques.

» Il nous a paru préférable de mélanger une solution de notre matiere avec des cristaux d'hydrate de baryum qui, en se dissolvant en présence de doses successives de chlorure de benzoïle, maintient le mélange froid et en tout cas forme moins vite de l'acide benzoïque.

» Dans ces conditions il se fait rapidement par agitation une masse caséeuse légère de dérivé benzoïlé facile à séparer par filtration des matériaux organiques en solution alcaline et de benzoate de baryum très soluble.

» Il est à remarquer qu'on sépare autant de produit benzoïlé, sinon plus, que de leucine. En tout cas la séparation est assurément plus aisée.

« Par l'action de l'eau bouillante alcaline on amène le dérivé benzoïlé à l'état de fines aiguilles dont la solubilité à froid n'est plus que de 0,15 pour 100.

Analyse.	I.	II.	III.	IV.	Calculé pour $C^{29}H^{33}Az^3O^3$.
C........	73,3	73,6	73,5	73,4	73,8
H........	7,1	7,0	7,1	7,6	7,0
Az.......	8,7	8,8	8,6		8,9

» Le nouveau dérivé benzoïlé est soluble dans l'alcool et les échantillons I et II n'ont été purifiés que par ce moyen. La purification par l'eau a fourni l'analyse IV. Enfin, propriété remarquable, ce corps bout sans décomposition notable au-dessus de 360° alors que le verre déjà mou teinte la flamme en jaune. C'est là un moyen de purification rapide, car la matière distillée recristallise bientôt et se dissout dans l'eau, elle a servi à établir l'analyse III.

» Le dérivé caractérisé par les nombres ci-dessus soumis à l'hydrolyse a donné une quantité d'acide benzoïque compatible seulement avec la formule d'un trisubstitué, et dès lors l'alcaloïde isolé du muscle doit avoir la formule $C^8H^{21}Az^3$. Cette première partie du travail se suffit à elle-même. Il existe une base en Az^3 non oxygénée. Nous avons eu 400g de son tribenzoïlé.

» II. Une nouvelle quantité de benzoïle dérivé a été hydrolysée et la base libre isolée par l'éther d'une solution très riche en soude.

» C'est un liquide épais, très soluble dans l'eau, d'odeur spermatique, se carbonatant énergiquement à l'air. Son chlorhydrate cristallise fort bien et correspond à la formule $C^8H^{21}Az^3$, 3HCl. Le chlorure de platine en présence d'un excès de chlorhydrate a donné des cristaux volumineux, couleur de bichromate de potasse; avec un excès de sel de platine on a obtenu un précipité immédiat d'aiguilles mordorées. Tous deux ont même composition :

	Analyse.		Calculé pour $C^8H^{21}Az^3$, 3HCl.
C	11,3	11,7	12,4
H	2,6	3,0	3,1
Pt	37,6	36,9	37,5

» Par une seconde voie, indépendante, on démontre que la nouvelle base, qui peut se nommer provisoirement *musculamine*, est triazotée, les trois azotes agissant de même que trois (OH) dans une glycérine. Une comparaison directe avec l'arginine a montré qu'il n'y avait pas identité. Il est possible que notre base n'ait pas de relations avec le groupe guanidique; ce serait le premier exemple d'une triamine parmi les produits biologiques. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'origine de la coloration naturelle des soies de Lépidoptères*. Note de MM. **D. Levrat** et **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Chez la plupart des chenilles de Lépidoptères, le produit de la sécrétion des glandes séricigènes est incolore; lorsqu'il est coloré, il l'est en jaune ou en vert. Nous nous sommes demandé quelle pouvait être l'origine de ces pigments jaunes et verts. Sont-ils fabriqués de toutes pièces par l'animal ou sont-ils simplement puisés dans la feuille dont il se nourrit?

» La première de ces hypothèses est généralement admise depuis que les travaux d'Alessandrini, Joly, R. Dubois et L. Blanc ont montré qu'il était impossible à une matière colorante contenue dans l'intestin d'arriver jusqu'à la soie. Les résultats contraires signalés par Bonafous, E. Blanchard, Roulin et Villon ont été niés d'une façon absolue et seraient la conséquence d'une souillure du fil de soie à sa sortie de la filière.

» Si les matières colorantes employées jusqu'ici ne traversent pas facilement les parois du réservoir soyeux, en est-il de même pour tous les principes colorés et pour tous les vers à soie? C'est pour répondre à cette question que nous avons entrepris de nouvelles expériences.

» Nos essais ont porté sur une espèce sauvage, l'*Attacus Orizaba* (Westwood) et une domestique, le *Bombyx Mori* (race française à soie jaune et race polyvoltine de Chine à soie blanche). Les matières colorantes utilisées étaient le rouge neutre (rouge de toluylène), le bleu de méthylène BX et l'acide picrique.

» 1. *Attacus Orizaba*. — Trente chenilles, nées le 16 juin 1902, ont été divisées en plusieurs lots et élevées sur des branches de troène dont on avait badigeonné les feuilles avec une solution aqueuse de la matière colorante.

» Dans un lot, neuf chenilles ont reçu dès leur naissance des feuilles imprégnées de rouge neutre; elles les ont mangées sans manifester aucune répugnance et se sont développées normalement. La teinte générale du corps rouge foncé indiquait la présence de la matière colorante dans le sang.

» Dans le but d'éviter à la soie toute cause de souillure, les larves, au moment du coconnage, ont été soigneusement lavées sous un filet d'eau et transportées sur des branches fraîchement cueillies.

» La soie, au sortir de la filière, est teinte en rose et le cocon tout entier présente une belle coloration rouge.

» Deux chenilles du lot ci-dessus ont été isolées à la quatrième mue et nourries pendant tout le dernier âge avec des feuilles dépourvues de rouge neutre. Ces chenilles se sont peu à peu décolorées, et la soie qu'elles ont filée était à peine teintée en rose.

» Quatre autres chenilles ayant mangé des feuilles naturelles jusqu'à la quatrième mue reçoivent une nourriture colorée pendant le cinquième âge seulement et fournissent des cocons aussi rouges que ceux du premier lot, dont les chenilles avaient absorbé du rouge pendant toute la durée de la vie larvaire.

» Des chenilles élevées sur du bleu de méthylène semblent manger les feuilles avec moins d'avidité, leur développement se trouve ralenti et elles sécrètent une soie moins abondante et légèrement bleutée.

» Enfin un dernier lot d'*Attacus Orizaba*, nourri avec des feuilles de troène trempées dans une solution d'acide picrique, donne des cocons dont la soie est blanche.

» Ainsi, nous voyons que le rouge neutre passe facilement par osmose à travers les tissus tandis que le bleu de méthylène ne les traverse qu'avec difficulté et que l'acide picrique est complètement arrêté.

» Pour répondre d'une façon rigoureuse aux critiques inspirées par l'hypothèse d'une coloration superficielle du fil de soie à la suite de souillures possibles de la filière, nous avons fait à deux chenilles prêtes à filer des injections de rouge neutre dans l'avant-dernière fausse patte gauche; ces chenilles se sont instantanément colorées en rouge, et, sans paraître le moins du monde incommodées, se sont mises à filer une soie légèrement rosée.

» 2. *Bombyx Mori*. — Les mêmes expériences ont été faites sur deux races de *Bombyx Mori*, l'une à soie jaune, l'autre à soie blanche. Dans les deux cas, les chenilles se colorent en rouge violacé aussitôt après le premier repas et donnent une

soie jaune orangé vif pour les premières et d'un beau rose pur pour les vers à soie blanche. La coloration s'accentue avec la durée de l'alimentation colorée.

» Ce fait montre que le passage de la matière colorante à travers la glande séricigène se fait moins facilement que chez l'*A. Orizaba*. Le résultat sera-t-il le même après plusieurs générations soumises à ce régime artificiel? C'est ce dont nous nous assurerons.

» De ces recherches il résulte la possibilité de faire passer une substance, matière colorante par exemple, du tube digestif sur la soie par l'intermédiaire du sang.

» Cette conclusion permet de chercher l'origine de la coloration naturelle des soies dans la matière colorante verte des feuilles.

» Une soie est blanche parce qu'aucune matière colorante n'a pu franchir les parois du réservoir. Dans les soies vertes c'est la chlorophylle des feuilles qui intervient; nous avons, en effet, constaté que, dans une espèce à soie verte, l'*Antheræa Yama Maï* (Guérin-Méneville), le sang fournit le spectre de la chlorophylle. Le pigment jaune contenu dans le sang des espèces à soie jaune est identique, comme l'ont déjà montré R. Dubois et L. Blanc, à celui des feuilles de mûrier et provient directement de ces feuilles.

» Il n'y a pas lieu de supposer que la matière colorante des soies puisse être fabriquée par l'animal lui-même, comme les résultats négatifs des essais de coloration artificielle avaient conduit à l'admettre. »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre nouveau* Gyrinocheilus, *de la famille des* Cyprinidæ. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Ce Cyprinoïde fait partie des collections rassemblées par M. le Dr J. Büttikofer en 1893 et 1894 à Bornéo, collections dont le Musée de Leyde a bien voulu me confier l'examen. Il a été trouvé à l'embouchure du Raoen, cours d'eau torrentiel des parties hautes du Kapoéas, presque au centre de l'île. Son aspect le rapproche des *Discognathus*, surtout par la disposition des nageoires placées horizontalement à la partie inférieure du corps pour servir d'organes d'adhérence.

» La conformation de la bouche offre certaines analogies avec celles de ces mêmes Poissons, tout en présentant des particularités absolument spéciales. Les deux lèvres forment une sorte de double voile antérieur et postérieur; mais ce qui leur donne un caractère tout à fait à part, c'est qu'elles sont l'une et l'autre chargées d'une quantité innom-

brable de papilles minuscules de $0^{mm},5$ de haut sur $0^{mm},3$ de large, disposées en séries moniliformes sur plus d'une vingtaine de rangs. Chacune de ces papilles est coiffée d'une gaine chitineuse. Au fond de l'infundibulum formé par ces lèvres se trouve la bouche petite, triangulaire, peu dilatable. Par plusieurs de ces détails, cet ensemble rappelle l'appareil buccal du têtard des Batraciens anoures.

» Le tube digestif est très étroit, d'une longueur démesurée, quatorze fois environ celle du corps, indiquant par plusieurs caractères un régime limnophage.

» L'appareil respiratoire n'est pas moins singulier. Le battant operculaire offre une disposition tout à fait particulière. Son bord libre se décompose en deux parties. Dans son tiers supérieur une échancrure concave postérieurement laisse un vide entre elle et la ceinture scapulaire; ce vide est occupé par une membrane dirigée obliquement en dedans, de manière à former une valvuve qui permet l'entrée, mais s'oppose à la sortie de l'eau. La partie inférieure du battant conserve sa structure et l'usage qu'on lui connaît chez les Poissons en général, c'est-à-dire exactement inverse de celui de la valvule supérieure. On comprend, d'après cette disposition anatomique, que, lors de l'écartement de cet opercule, l'eau pénètre d'abord par l'orifice supérieur pour arriver aux branchies, puis, lors du mouvement contraire, l'orifice supérieur se ferme par le relèvement de la valvule et l'eau, soulevant le prolongement cutané de la partie inférieure, s'échappe au dehors. Une circulation du fluide respiratoire peut s'établir ainsi, sans que l'entrée par la bouche soit nécessaire; c'est ce que l'on connaît chez divers Ganoïdes et chez certains Elasmobranches, les Raies en particulier, par le jeu de l'évent, combiné avec celui de l'orifice ou des orifices branchiaux externes, mais une disposition analogue n'avait jamais été signalée chez les Téléostéens.

» Cette interprétation physiologique est confirmée par l'examen de l'appareil branchial. Chaque lame respiratoire, en outre des ratelures ou trachéaux antérieurs, constitués ici par de fines lamelles étroitement empilées, en présente de supplémentaires, ceux-ci en forme de simples épines, placés à son bord supérieur, précisément à la limite entre la chambre de l'évent et la véritable chambre branchiale. La présence de ces trachéaux supplémentaires prouve à elle seule qu'une pénétration de l'eau a lieu en ce point. Le *Gyrinocheilus* doit se fixer par sa ventouse buccale pour absorber la vase, dont il fait sa nourriture; cette opération plus ou moins laborieuse empêchant la respiration normale de s'effectuer par la bouche, la disposition spéciale de l'appareil operculaire y supplée en établissant une circulation respiratoire auxiliaire.

» Pour expliquer la présence de l'évent chez les Elasmobranches hypotrèmes, les Raies en particulier, où il se montre avec un grand développement et peut être facilement étudié, on a pensé que le mode habituel de station pour ces animaux sur le sol, en gênant l'entrée de l'eau par la bouche, nécessitait l'existence d'une seconde voie inspiraculaire. Le *Gyrinocheilus* nous montre que cette disposition anatomique peut avoir sa raison d'être dans des nécessités biologiques, en rapport avec la préhension des aliments et la déglutition; ceci pourra jeter quelque jour sur l'usage de cet appareil chez certains Squales pleurotrèmes; chez certains Ganoïdes, où l'évent n'est pas moins développé que chez les Raies et qui, essentiellement nageurs, n'ont pas le mode de station de celles-ci.

» L'appareil pneumatophysaire, proportionnellement peu développé, mais d'une étude facile en raison du volume de l'exemplaire, qui ne mesure pas moins de

$280^{mm} + 75^{mm} = 355^{mm}$ de longueur, se compose, pour ce qui est de la vessie natatoire proprement dite, de deux parties : l'une antérieure, à peu près sphérique, de 6^{mm} de long sur 10^{mm} de large, fixée à la région occipitale, l'autre postérieure, en forme de cul-de-sac cylindrique, d'environ 10^{mm} de long sur 1^{mm} à 2^{mm} de large; à leur jonction naît le canal pneumatophore. L'ensemble de cet appareil rappelle en somme celui des *Cobitis*, moins la capsule osseuse et avec un développement plus accusé de l'*appendix vesiculosa* de Weber, vestige lui-même du second sac habituel chez les Cyprinoïdes proprement dits.

» La place des *Gyrinocheilus* dans la section des *Homalopterina*, intermédiaire à celles des *Cyprinina* et des *Cobitidina*, paraît justifiée par ces considérations anatomiques. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude des* Anopheles *de l'isthme de Suez*. Note de M. **Cambouliu**, présentée par M. Laveran.

« Depuis la découverte capitale de l'Hématozoaire du Paludisme qui a permis d'établir la *théorie anophélienne* de la propagation de ce parasite, il est devenu indispensable, pour bien étayer la prophylaxie de la fièvre intermittente, de déterminer les espèces d'*Anopheles* particulières à chaque région et de connaître leurs mœurs. Les espèces que nous avons rencontrées jusqu'ici dans l'isthme de Suez sont au nombre de trois.

» *Première espèce*. — Il s'agit d'un petit Culicide, couleur marron, long de 5^{mm} à 6^{mm}, bossu comme les *Culex* dont il imite si bien les attitudes qu'il est difficile de l'en distinguer, à première vue. Ses principaux caractères peuvent être résumés comme il suit. Nous n'avons vu que des femelles.

» Trompe noire, à olive beige, sensiblement plus courte que les palpes; ceux-ci portent de minces anneaux blonds sur les trois dernières articulations et un petit bouquet de poils noirs à l'extrémité distale du dernier article.

» Ailes gris clair, transparentes, avec six petites taches noires entrecoupant le costa et les premières nervures. Nombreuses traînées bleu et or le long des autres nervures et des espaces intercalaires, visibles plutôt sur fond noir.

» Pattes sombres, sans dessins, taches beiges aux genoux. Ongles : oo-oo-oo.

» Abdomen hérissé de longs poils, sans écailles; segments un peu plus colorés en dehors.

» Nous avons recueilli une autre femelle d'*Anopheles* très semblable à celle-ci, mais qui avait le dernier article des palpes clair, les taches des ailes plus longues, des anneaux blancs à cheval sur les deux premières articulations tarsiennes, et le cinquième article clair; des bandes foncées encerclant la moitié externe des segments de l'abdomen.

» Ces deux Culicides, qui nous semblent être des variétés d'une même espèce, sont

voisins de *A. culicifacies* Giles, cependant ils possèdent assez de caractères spécifiques pour mériter une place à part et nous proposons de les appeler *Anopheles multicolor* α et β.

» *Deuxième espèce.* — Culicide très noir dans son ensemble. ♀ 8mm de long; ♂ inconnu.

» Tête et ses appendices uniformément noirs.

» Palpes un peu plus courts que la trompe, très squameux, avec un léger anneau blanc à cheval sur la troisième articulation et une tache claire à l'extrémité apicale du dernier article. Moitié externe de l'aile entièrement sombre, sauf une petite tache jaune sur le costa, un peu en dehors de son milieu, et une autre qui coupe plus loin le costa et les deuxième et troisième nervures.

» Fémur de la première paire de pattes en forme de massue. Extrémités apicales des tibias et des trois premiers articles du tarse cerclés de blanc; quatrième et cinquième articles des tarses des pattes postérieures entièrement blancs. Ongles : 00-00-00.

» Ce Culicide présente plusieurs caractères qui le rapprochent de *Anopheles Theobaldi* Giles.

» *Troisième espèce.* — Il s'agit de *A. Pharoensis* Theobald. Nous avons pu étudier cette espèce *ab ovo* et compléter, sur plusieurs points, les descriptions qui en ont été déjà données.

» La femelle de *A. Pharoensis* dépose sur l'eau, en ordre éparpillé, 150 à 200 œufs fusiformes, gris clair. Les larves se développent très bien dans un bocal d'eau claire additionnée de limon du Nil et de végétaux frais. Elles se métamorphosent en nymphes, après 11 jours, à une température minima de 20°, beaucoup plus lentement au-dessous. Elles atteignent 5mm à 6mm de long. Les six anneaux intermédiaires de l'abdomen des larves sont garnis, de chaque côté de la ligne médiane, d'un bouquet qui bien étalé et grossi ressemble à une fleur de lotus. Les nymphes évoluent en 2 ou 3 jours, les mâles d'abord.

» *A. Pharoensis* ailé est un Culicide à coloration générale grisâtre, plus claire chez ♂. Il a une forme fuselée et ses appendices buccaux redressés lui donnent un air menaçant. ♀ 8mm de long, ♂ 10mm.

» Front large, yeux écartés en dessus.

» Palpes de la femelle moins grands que la trompe de la longueur de l'olive; ceux du mâle de même dimension que la trompe et s'écartant à la manière d'une lyre, à partir de leur milieu. Leurs bords latéraux sont garnis de squames perpendiculaires à l'axe qui les font paraître plus larges.

» Thorax : gris cendré, avec trois raies longitudinales et deux taches de couleur brune très caractéristiques.

» Pattes : anneaux clairs aux extrémités distales des trois premiers articles tarsiens et une large bande blanche couvrant la moitié du quatrième article tarsien et tout le cinquième, aux pattes postérieures. Ongles ♀ 00 — 00 — 00; ♂ 2 — 00 — 00.

» Ailes grises avec six taches noires sur le bord antérieur.

» Abdomen marron, couvert de squames qui s'accumulent en touffes sur les flancs des six anneaux médians.

» *A. Pharoensis* attaque à toute heure, mais de préférence au coucher du soleil; sa piqûre est très cuisante.

» Après des recherches multipliées, nous nous croyons autorisé à exprimer l'opinion que les *A. Pharoensis* peuvent être transportés en masses, par les grands vents, à des distances de 20^{km} à 30^{km}, lorsque aucun obstacle ne s'y oppose. Cette proposition heurte, nous le savons, les convictions les plus autorisées et demanderait à être démontrée, mais cela nous entraînerait à des développements qui ne peuvent pas prendre place dans cette Note; nous reviendrons sur cette question dans un travail ultérieur. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Conditions physiques de la tubérisation chez les végétaux.* Note de M. **Noel Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« E. Laurent a signalé incidemment, dans ses *Recherches expérimentales sur la formation d'amidon dans les plantes*, qu'on pouvait obtenir le développement en tubercules des bourgeons d'une tige aérienne de pomme de terre coupée et plongée par sa base dans une solution de saccharose suffisamment concentrée. Les boutures ainsi traitées peuvent vivre plus d'un mois sans développer de racines; elles absorbent directement la solution dans laquelle elles plongent par l'ouverture de leurs vaisseaux sectionnés. L'expérience réussit encore quand on assure par des procédés convenables l'aseptie de la solution et de la partie de la tige qui s'y trouve plongée.

» La théorie parasitaire des phénomènes de tubérisation chez les végétaux, que j'ai antérieurement développée, et qui consiste à admettre que « le développement des bourgeons en tubercules est le symptôme apparent » d'une modification générale du milieu intérieur d'une plante par l'action » de champignons endophytes vivant dans ses organes absorbants », se trouve en apparence contradictoire avec ce cas. J'ai repris de semblables expériences et me propose ici de préciser, d'étendre et d'interpréter leur résultat.

» J'ai expérimenté avec des pommes de terre de la variété précoce dite *Victor*; chacune était plongée par sa base dans un flacon contenant 50^{cm^3} de la solution employée, après qu'on avait coupé le bourgeon terminal, et toutes les boutures d'une même série d'expériences étaient mises ensemble sous une grande cloche, à la lumière diffuse, dans une serre dont la température restait comprise entre 15° et 20°.

» Je me suis borné, pour maintenir la constance des propriétés des solutions employées, à les renouveler fréquemment et à couper la portion immergée des boutures pour immerger une portion nouvelle, chaque fois que des moisissures s'y développaient en quantité appréciable. La durée des expériences est de 15 jours à un mois.

» 1° En employant des solutions aqueuses de saccharose, de glucose, de glycérine et de chlorure de potassium, j'ai reconnu qu'on pouvait obtenir, *avec toutes ces substances,* des tubercules sur les boutures qui y sont plongées. Il existe pour chacune une *concentration critique* au-dessous de laquelle on obtient régulièrement le développement des bourgeons en rameaux feuillés et au-dessus de laquelle on obtient toujours des tubercules. La concentration minimum nécessaire pour l'obtention des tubercules varie avec diverses circonstances et notamment paraît diminuer quand on prend (pour plusieurs séries d'expériences faites avec les solutions d'une même substance) des boutures sur des pieds de plus en plus âgés.

» 2° Je me suis proposé de comparer les concentrations critiques pour différentes solutions en opérant sur des boutures aussi exactement comparables qu'il est possible. Pour cela j'ai récolté les tiges à mettre en expérience au même moment (2 juillet 1902) sur des plantes de même âge (47 jours) provenant de la plantation d'un lot de tubercules qui avaient été récoltés en 1901 sur un même pied. Les substances employées ont été le glucose et le chlorure de potassium; j'ai fait de chacune une série de solutions de concentrations graduellement croissantes. J'ai pu ainsi déterminer pour chacune une limite inférieure et une limite supérieure de la concentration critique qui correspondent respectivement à la plus concentrée des solutions où l'on obtient le développement des bourgeons en rameaux feuillés et à la moins concentrée de celles où l'on obtient le développement des bourgeons en tubercules. Les données relatives à ces concentrations critiques, seules utiles à reproduire, sont indiquées dans le Tableau suivant :

	Glucose.		Chlorure de potassium.	
	Limite inférieure.	Limite supérieure.	Limite inférieure.	Limite supérieure.
Poids dissous dans 1000^{vol} de solution...	1^g,8	2^g,7	0^g,49	0^g,73
Abaissement du point de congélation de la solution........................	0^g,22	0^g,33	0^g,24	0^g,36

» Les valeurs limites des points de congélation sont assez rapprochées pour qu'on puisse admettre que *le point de congélation de la solution critique est le même dans les deux cas;* l'incertitude possible de un dixième de degré paraît inévitable dans de semblables expériences.

» Ces expériences m'amènent à conclure que l'obtention expérimentale de tubercules, sur des boutures plongées dans une solution à partir de laquelle se constitue directement leur milieu intérieur, paraît dépendre non des propriétés spécifiques de la substance dissoute, mais de la concentration de la solution en substances dissoutes quelles qu'elles soient. Des solutions renfermant le même nombre d'unités physiques (molécules ou ions), ayant le même point de congélation et, par suite, la même tension de vapeur et la même pression osmotique, agissent de la même manière pour des boutures comparables.

» Il devient, dès lors, vraisemblable que la tubérisation des bourgeons

sur une plante, à un moment déterminé de sa vie, dépend *immédiatement* de la réalisation d'un certain degré de concentration de la sève qui les nourrit en substances dissoutes quelles qu'elles soient.

» La présence, dans les tissus de la plante, de parasites capables de provoquer par leurs sécrétions diastasiques le dédoublement d'édifices moléculaires complexes et d'augmenter ainsi le nombre des unités physiques du milieu est une des conditions qui peuvent amener cet état. Dans les conditions naturelles de la vie cette action peut être prépondérante, et paraît l'être au moins dans certains cas.

» Mais il devient logique de penser que d'autres conditions, en particulier celles qui règlent la transpiration, puissent intervenir. L'expérience de E. Laurent n'est pas contradictoire avec la théorie parasitaire que j'ai proposée; elle amène, au plus, à croire qu'il peut être aussi difficile de coordonner, par une théorie *exclusivement* parasitaire, les phénomènes de prolifération et d'hypertrophie cellulaire qui aboutissent chez les végétaux à la formation de tubercules qu'il l'a été, jusqu'à présent, d'édifier une théorie parasitaire générale des tumeurs chez les animaux. »

BOTANIQUE. — *Observations sur la germination des spores du* Saccharomyces Ludwigii. Note de M. A. Guilliermond, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Hansen [1] a constaté, dans les spores du *S. Ludwigii*, un mode de germination très particulier qui diffère de celui de toutes les autres levures; les spores, au lieu de bourgeonner en des endroits quelconques à la façon des cellules végétatives, germent en un seul point en produisant un tube germinatif qu'il désigne sous le nom de *promycélium*; c'est de ce promycélium, lorsqu'il a atteint une certaine longueur, que naissent les nouvelles cellules par formation de cloisons médianes. En outre, presque constamment les spores *se fusionnent deux à deux* avant de donner ce promycélium. L'auteur, n'ayant pas étudié le noyau, n'a pas pu donner une interprétation certaine sur la signification biologique de ce phénomène. Cependant, cette fusion servirait, d'après lui, « à mettre les spores en état de développer un » nombre relativement plus grand de cellules de levures; on ne saurait la » considérer comme un véritable acte sexuel ».

(1) Hansen, *Sur la germination des spores chez les* Saccharomyces (*Comptes rendus des travaux du laboratoire de Carlsberg*, 3e Vol., 1re Livr.; 1891).

» Nous avons montré dans une précédente Note ([1]) que cette fusion n'avait pas le caractère général que lui attribuait Hansen et qu'il existait des *variétés de* S. Ludwigii *qui avaient complètement perdu cette singulière propriété*. Nous en avons, en effet, étudié une dont les spores produisaient toujours isolément leur promycélium sans jamais subir de fusion. Depuis, M. le professeur Momsen a eu l'obligeance de nous envoyer une autre variété dans laquelle nous avons constaté ces phénomènes de fusion. Cette dernière différait peu de la précédente; ses cellules étaient cependant plus allongées et de formes plus irrégulières; mais, tandis que la première sporulait très difficilement, celle-ci ne fournissait que très peu de spores; il n'y avait guère que 10 pour 100 des cellules qui se transformaient en asques.

» Nous avons suivi la germination de cette levure. Elle s'effectue suivant le mode décrit par Hansen; les spores, ordinairement au nombre de quatre dans chaque asque et disposées par groupe de deux, se gonflent, puis se *fusionnent deux à deux* : chacune produit un petit bec et les deux becs formés par deux spores d'un même groupe se soudent; la cloison qui les sépare se résorbe, ce qui détermine ainsi un canal de communication. Dans la suite, le canal de communication s'allonge et donne naissance au promycélium. Le plus souvent cette fusion s'établit entre deux spores d'un même groupe; exceptionnellement, par suite de dégénérescence de l'une d'elles, la fusion peut s'accomplir entre des spores non contiguës; parfois même nous avons observé des fusions entre spores appartenant à des asques différents, voisins l'un de l'autre.

» Ces phénomènes de fusion étaient très généraux et s'effectuaient presque constamment pendant la germination des spores; quelques spores cependant naissaient isolément.

» Nous nous sommes attaché particulièrement à nous rendre compte de *la façon dont se comporte le noyau* pendant ce phénomène. Chacune des spores, au moment de germer, possède un noyau sous forme d'une petite masse sphérique et homogène, accolée à la membrane, et une vacuole renfermant un certain nombre de grains rouges de Bütschli : au moment où elles se préparent à la fusion, le noyau se porte ordinairement dans le petit bec, puis l'on trouve des stades avec deux noyaux séparés par la cloison, et d'autres où, cette cloison étant dissoute, il n'existe plus qu'*un seul noyau*. Les vacuoles subsistent dans les deux spores et le canal de communication est ordinairement rempli d'un cytoplasme très dense, qui ne se vacuolise que plus tard, lorsque le promycélium commence à se former. Le noyau unique reste quelque temps au milieu du canal de communication, et ce n'est que lorsque le promycélium a atteint une certaine longueur qu'il s'y engage et se divise pour donner naissance aux nouvelles cellules.

([1]) Guilliermond, *Considérations sur la sexualité des levures* (*Comptes rendus*, 23 décembre 1901). *Recherches cytologiques sur les levures* (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*; 1902).

» Les colorations présentent de sérieuses difficultés, par suite du petit nombre des spores, de la petitesse des spores et du noyau; néanmoins, nous avons obtenu, à l'aide de l'hématoxyline de Heidenhain, des préparations très nettes, et nous avons pu contrôler les résultats ainsi obtenus avec l'hémalun. Ce réactif différencie bien le noyau, qui se colore en bleu mat, des grains rouges qui prennent une teinte rouge vineux. Il ne paraît donc y avoir aucun doute sur la fusion nucléaire; l'existence de stades à un seul noyau après la résorption de la cloison séparatrice ne peut s'expliquer autrement, et il semble bien qu'on doive considérer ces phénomènes de fusion, non comme de simples anastomoses, telles qu'on en rencontre souvent chez certains champignons, mais comme une véritable *conjugaison par isogamie*.

» Nous avons signalé antérieurement des phénomènes de conjugaison précédant la formation de l'asque dans les Schizosaccharomycètes. Barker, de son côté, en a constaté d'analogues dans son *Zygosaccharomyces*. Le *S. Ludwigii* subit un acte sexuel qui s'effectue par un procédé très voisin, mais qui, au lieu de s'opérer avant le développement de l'asque, s'accomplit à un stade ultérieur entre les spores.

» Quelque étranges que puissent nous paraître ces faits, ils n'ont cependant rien qui doive nous surprendre outre mesure, car des exemples de conjugaisons, se produisant dans un même groupe à des stades différents du développement, ont été déjà observés chez les Protozoaires. »

BOTANIQUE. — *Sur le pollen des Asclépiadées*. Note de M. **Paul Dop**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai étudié le développement du pollen et la formation des pollinies dans les Asclépiadées suivantes : *Asclepias mexicana* Cav., *Vincetoxicum nigrum* Mœnch, *Gomphocarpus fruticosus* R. Br., *Marsdenia erecta* R. Br., *Araujia abbeus* L., *Stapelia variegata* L. Pour toutes ces plantes, en employant des méthodes de coloration nouvelles, j'ai obtenu des résultats comparables à ceux que M. Chauveaud (¹) a obtenus dans l'étude du *Vincetoxicum officinale*.

» Contrairement à l'opinion de Corry (²), qui faisait dériver les cellules

(¹) G. Chauveaud, *De la reproduction chez les Dompte-Venin* (*Thèse de Doct. en médecine de la Faculté de Paris*, 1892).

(²) Corry, *On the mode of development of the pollinium in* Asclepias Cornuti (*The Transac. of the Linn. Soc. of London*, Vol. II, 1884).— *On the structure and development of the gymnostegium, and the mode of fertilization in* Asclepias Cornuti (*Transac.*, Vol. II).

mères primordiales du pollen, dans le genre *Asclepias*, du cloisonnement d'une cellule unique l'*archesporium*, j'ai établi que ces cellules provenaient, dans tous les cas étudiés, du cloisonnement de plusieurs cellules d'une assise sous-épidermique, comme M. Chauveaud l'a déjà montré dans le *Vincetoxicum officinale*.

» Le nombre des cellules mères primordiales ainsi différenciées est variable; on en trouve, sur une section transversale, trois ou quatre dans les *G. Vincetoxicum, Asclepias, Gomphocarpus* et *Marsdenia*; huit à dix dans les *G. Stapelia* et *Araujia*. Ces cellules se divisent directement par cloisonnements successifs, comme chez les Monocotylédones, en quatre cellules filles qui deviennent les grains de pollen. Ce cloisonnement se fait suivant deux modes : dans les *G. Asclepias, Vincetoxicum, Gomphocarpus* et *Marsdenia*, des cloisons tangentielles et radiales, par rapport à l'axe de la fleur, découpent des grains de pollen parallélépipédiques. Dans les *G. Stapelia* et *Araujia* il n'existe jamais de cloisons tangentielles.

» J'ai observé uniquement des cloisons radiales, les unes passant par les axes de la fleur, les autres perpendiculaires à cet axe. Il en résulte que les grains de pollen ont la forme de prismes allongés de la face ventrale à la face dorsale du sac pollinique et que leurs noyaux sont tous situés dans un plan qui divise le sac pollinique en deux parties symétriques, une dorsale et une ventrale. Dans les deux cas, les parois mitoyennes de ces grains ne se dédoublent jamais, de telle sorte que l'ensemble de la pollinie forme un véritable massif cellulaire dans chacun des deux sacs de l'étamine.

» La formation des parties annexes de la pollinie se fait de la façon suivante : l'enveloppe cireuse est sécrétée par les cellules de l'assise nourricière, qui jouent ainsi un double rôle. Formée d'une seule couche de cellules dans les genres *Vincetoxicum, Asclepias* et *Stapelia,* cette assise comprend trois ou quatre couches dans le genre *Marsdenia* et cinq ou six dans les genres *Araujia* et *Gomphocarpus*. Ces cellules, de forme irrégulière, présentent à l'état jeune un protoplasma épais, qui se colore vivement par l'hématoxyline, ainsi qu'un noyau volumineux.

» Quand ces cellules ont acquis leurs dimensions définitives, l'action de certains réactifs, du Sudan III en particulier, permet de reconnaître dans leur protoplasma la présence d'une matière cireuse qui n'existe jamais dans le pollen et qui se retrouve plus tard à l'extérieur de l'assise nourricière intimement accolée contre le pollen. Cette substance est donc sécrétée par le protoplasma des cellules de l'assise nourricière; elle traverse leur membrane et vient constituer le revêtement de la pollinie. Ce n'est ni de la callose, ni de la pectose, car elle ne se colore ni par le bleu d'aniline, ni par le bleu brillant, ni par le rouge de ruthénium. Par contre, la coloration rouge qu'elle prend sous l'action du Sudan III montre qu'elle est formée par des éthers d'acides gras, c'est-à-dire qu'elle est analogue à une cire.

» Après cette sécrétion, le contenu de la cellule s'éclaircit; il prend, sous l'action de l'hématoxyline, une teinte gris clair et son noyau se fragmente en petits grains chromatiques épars çà et là. Finalement la cellule se détruit. C'est là d'ailleurs un phénomène normal dans toutes les assises nourricières.

» Les caudicules et les rétinacles sont sécrétés par des cellules épidermiques du

stigmate, dont la disposition est en rapport avec la forme des pollinies. C'est ainsi que dans les genres à pollinies pendantes (*Araujia, Gomphocarpus, Asclepias, Vincetoxicum*) les cellules qui sécrètent les rétinacles sont placées soit sur les faces du stigmate, soit sur des expansions de ce dernier, mais toujours au-dessus des sacs polliniques. Dans les genres à pollinies dressées (*Marsdenia, Stapelia*) le tissu sécréteur est placé au-dessous des sacs polliniques. Les cellules qui constituent ce tissu sont des cellules épidermiques allongées radialement de façon à prendre l'aspect d'un parenchyme en palissade. La substance sécrétée par le protoplasma, colorable d'ailleurs à l'intérieur des cellules par le Sudan III, s'accumule dans la zone externe, reléguant le noyau à la partie basale. Ce déplacement du noyau est surtout net dans les cellules qui sécrètent les parties les plus épaisses, c'est-à-dire les rétinacles. Après l'expulsion, au travers de la membrane, de la matière cireuse qui est analogue à celle qui entoure les pollinies, les cellules ne meurent pas immédiatement; elles vivent un certain temps, mais leur noyau finit par se fragmenter. Sécrétés par des bandes de cellules analogues, les caudicules se développent jusqu'au contact des sacs polliniques. La déhiscence de l'étamine s'accomplit toujours dans une région où l'assise nourricière n'est séparée du stigmate que par une ou deux assises cellulaires. Cette déhiscence poricide s'accomplit parfois par l'intermédiaire d'une assise mécanique (*Marsdenia, Vincetoxicum*). Dans tous les cas, après la déhiscence, la pollinie fait saillie à l'extérieur comme si elle subissait un accroissement et vient se coller au caudicule voisin.

» En somme, dans toutes les Asclépiadées que j'ai étudiées, j'ai observé des cellules mères primordiales provenant, comme dans le cas normal, du cloisonnement de cellules sous-épidermiques. Ces cellules donnent directement le pollen en se divisant en quatre. De plus, j'ai montré que la couche nourricière, formée d'une ou plusieurs assises, sécrète la couche cireuse qui entoure la pollinie, et que les caudicules et les rétinacles sont sécrétés par des cellules épidermiques du stigmate. Enfin, j'ai établi qu'après la déhiscence du sac pollinique la pollinie faisait saillie à l'extérieur du sac et venait se souder aux caudicules. »

AÉRONAUTIQUE. — *Nouvelles expériences d'Aéronautique maritime.* Note de M. **H. Hervé**, présentée par M. L. Cailletet.

« M. le comte de La Vaulx, poursuivant ses recherches destinées à rendre la mer praticable aux aérostats et à obtenir de ceux-ci les services spéciaux que comportera le développement de cette nouvelle branche de la locomotion, avait transporté cette année à Palavas, près Montpellier, sa station d'essais, dont les abords étaient ici complètement dégagés.

» Le cube de l'aérostat, légèrement augmenté, était de 3400^{m^3}. Gonflé au gaz hydrogène, sa force ascensionnelle totale atteignit 3740^{kg}, soit $1^{kg},100$

par mètre cube, et cette bonne qualité du gaz permit d'emporter non seulement tous les appareils à expérimenter (contrairement à ce qui avait eu lieu dans l'ascension précédente), mais encore une réserve normale d'environ 800^{kg} de lest.

» Le but de ce second voyage du *Méditerranéen* était la vérification des qualités aéronautiques des engins employés et des méthodes particulières usitées dans les expéditions antérieures du *National* et du *Méditerranéen*, avant d'aborder l'étude d'un nouveau moyen d'action, que nous avons appelé la *déviation automobile* et qui comportera l'emploi d'un moteur et d'un propulseur. L'addition prématurée de ces derniers appareils à l'ancien matériel eût pu donner lieu à de réels dangers résultant à la fois d'une connaissance insuffisante des organes ou de leur manœuvre et de la complexité du système.

» Le départ s'effectua le 22 septembre à $3^h 45^m$ du matin. Après 36 heures d'expériences en mer, l'aérostat atterrit à Capite, près l'étang de Thau, à la suite d'une ascension libre exécutée à la fin du voyage par le soulèvement général des engins maritimes et avec plusieurs centaines de kilogrammes de lest résiduel à bord.

» Le déviateur *a minima*, bien que réduit dans cette expédition à $1^{m^2},60$ et à 23^{kg}, fournit encore, cependant, 28° à 30° de déviation moyenne. L'emploi du déviateur *a maxima* permettant, d'autre part, d'obtenir jusqu'à 60° par beau temps, comme il a été constaté lors des essais du *National*, en 1886, la supériorité considérable de ces dispositifs sur la méthode de la voile, notamment (dont l'efficacité, d'ailleurs contestée, n'aurait pas dépassé 8° dans les expériences de M. Strindberg, en 1896), demeure établie.

» Le système stabilisateur comprenait simultanément les engins du type flexible et du type articulé. Leur puissance totale, portée à dessein à près de 800^{kg}, mit en lumière leurs propriétés respectives, grâce à la comparaison de leur mode d'action dans les mêmes circonstances, et procura les plus utiles indications sur les valeurs à attribuer à leurs principales caractéristiques : intensité, flottabilité, flexibilité, etc. La sécurité et la durée (comprise entre 24 et 41 heures) des trois ascensions de ballons à déviateurs leur sont en grande partie attribuables.

» Un certain nombre d'autres organes peuvent être considérés comme ayant fait aujourd'hui leurs preuves; ce sont : la suspension articulée, la nacelle à magasin, les treuils, les compensateurs, le cône d'écoulement

appliqué pour la première fois en 1886 au *National,* divers appareils de mesures, etc.

» Nos études sur les rapports éventuels des navires et des aérostats nous ont conduits à réaliser diverses manœuvres de remorquage du *Méditerranéen* par le contre-torpilleur *l'Épée* mis gracieusement à notre disposition par M. le Ministre de la Marine, et qui furent pour nous la source de renseignements précieux, dont nous sommes aussi redevables au concours dévoué de M. le Commandant Moullé et des officiers de l'*Épée.*

» L'équipage du *Méditerranéen* se composait de MM. le comte de La Vaulx, le comte de Castillon de Saint-Victor, l'enseigne de vaisseau Laignier, Henri Hervé, Duhanot, constructeur.

» Qu'il nous soit permis de terminer cette relation par quelques considérations sur la technique des ascensions aéromaritimes en général et sur notre programme d'expériences en particulier.

» Les principes de l'équilibre et de la dirigeabilité sont les mêmes pour les ballons terrestres et pour les ballons maritimes (équilibre stable à toute altitude requise, vitesse propre horizontale supérieure à la vitesse des vents ordinaires).

» Mais il est nécessaire d'établir, en ce qui concerne l'aéronautique maritime, une technique spéciale en raison de la nature liquide de cette partie du globe qui, dans le cas d'un contact, présente des avantages et des dangers particuliers, et il est indispensable de recourir à une méthode également spéciale d'expériences, à cause de la vaste étendue des mers et, par conséquent, de la durée considérable exigible du voyage, durée intimement liée à la solution des problèmes d'équilibre.

» Ainsi les problèmes de stabilité en altitude prennent ici une importance prépondérante puisque d'eux dépend la sécurité. Nos premiers essais furent donc relatifs à des engins stabilisateurs fonctionnant au voisinage de la mer.

» Pour l'étude des problèmes de direction, nous avons éliminé provisoirement les difficultés relatives à la stabilité longitudinale et à l'emploi des moteurs, par l'utilisation des aérostats sphériques et l'application d'appareils purement passifs appelés *déviateurs.*

» En attendant les progrès de l'industrie des moteurs légers absolument insuffisants en 1886, nous nous sommes préoccupés de perfectionner, depuis cette époque, toutes les parties du matériel maritime actuel, suspension, nacelle, treuils, forme, organes de prise d'eau, etc.

» Les moteurs à pétrole étant enfin devenus simples et légers, nous

tenterons, dans de prochains essais, de réaliser, mais encore avec les ballons sphériques, la *déviation automobile*, en même temps que nous aborderons les problèmes d'équilibre dans les régions moyennes de l'atmosphère.

» Ce n'est que plus tard, après une longue pratique des moyens précédents, qu'il conviendrait de s'attaquer aux difficultés inhérentes à l'emploi de la forme allongée et à l'obtention d'une vitesse propre suffisante pour procurer la dirigeabilité absolue, les engins primitifs de stabilisation et de déviation passant alors, sans disparaître, à un rôle purement auxiliaire et éventuel.

» Alors seulement les *traversées* maritimes seront significatives, parce qu'elles pourront être renouvelées dans la plupart des circonstances atmosphériques habituelles. Mais auparavant, nous l'espérons, bien des problèmes susceptibles d'utiles et immédiates applications auront pu être résolus à l'aide de laboratoires aériens tels que le *Méditerranéen*. »

M. **Goyaud** adresse une nouvelle Note « Sur la fermentation pectique ».

De nouvelles expériences, effectuées avec des réactifs privés de chaux, conduisent l'auteur à cette conclusion que « des doses faibles d'acide chlorhydrique ralentissent l'action de la pectase; une proportion suffisante peut même empêcher la fermentation de s'établir ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide de compléter la Commission d'Aéronautique, qui se trouve ainsi composée :

MM. **Marey**, **Mascart**, **Maurice Levy**, **Marcel Deprez**, **Léauté**, **Appell** et les Membres composant le Bureau.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 octobre 1902.

(Suite.)

Tycho Brahé, esquisse biographique et compte rendu de la découverte de la dépouille mortelle de Tycho Brahé, par Jean Hérain et Henri Matiegka, avec 14 gravures et illustrations, dont 8 dans le texte et 6 hors texte. Prague, imp. Al. Wiesner, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de la Société des Amis des antiquités bohêmes.)

Sui fenomini acustici dei condensatori; Memoria del prof. Augusto Righi. Bologne, imp. Gamberini et Parmeggiani, 1902; 1 fasc. in-8°.

Sur les réseaux à nœuds hélicotétraédriques, à propos d'études récentes sur la constitution du quartz; Mémoire préliminaire par François de Memme. Genova (Italie), imp. Pellas, 1902; 1 fasc. in-8°.

The action of copper on leaves, with special reference to the injurious effects of fungicides on peach foliage; a physiological investigation, by Samuel-M. Bain. (*Bul. of the agricultural experiment Station of the University of Tennesse,* vol. XV, n° 2, avril 1902.) (Hommage de l'auteur.)

Note sur des formules d'introduction à l'Énergétique physio- et psycho-sociologique, par Ernest Solvay. Bruxelles, Henri Lamertin, 1902; 1 fasc. in-8°.

Fog-signal Edem, par Émile de Meulemeester, contenant 5 planches. Bruxelles, imp. Ch. Bulens, s. d.; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 20 octobre 1902.)

Note de MM. *Laveran* et *Mesnil*, Sur quelques Protozoaires parasites d'une Tortue d'Asie (*Damonia Reevesii*) :

Page 613, ligne 11 en remontant (sans compter la note), *au lieu de* microgamètes, *lisez* macrogamètes.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 NOVEMBRE 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Au sujet de deux Trypanosomes des Bovidés du Transvaal.* Note de M. A. Laveran.

« Dans une Note communiquée à l'Académie le 3 mars dernier, j'ai décrit, sous le nom de *Tr. Theileri*, un Trypanosome découvert par M. Theiler, vétérinaire à Prétoria, chez des Bovidés provenant de différentes régions du Transvaal. Depuis le mois de mars M. Theiler m'a envoyé, à plusieurs reprises, des renseignements complémentaires sur ce Trypanosome, et il m'a adressé de nouvelles préparations, dans lesquelles les parasites étaient plus nombreux que dans les premières. Je suis donc en mesure de compléter, sur plusieurs points, ma Note antérieure concernant *Tr. Theileri*.

» La maladie produite par ce Trypanosome est très répandue dans toute l'Afrique du Sud, où elle est désignée sous différents noms, sous celui de *Galziekté* (maladie de la bile) notamment.

» La maladie est inoculable de Bovidé à Bovidé; d'après M. Theiler, les inoculations de sang défibriné faites contre la peste bovine ont dû faciliter son extension. A la suite de l'inoculation, il se produit une poussée fébrile; les Trypanosomes apparaissent dans le sang, mais presque toujours en petit nombre; parfois même l'examen histologique du sang ne suffit pas à déceler leur présence.

» *Tr. Theileri* a été inoculé sans succès au cheval, au mouton, à la chèvre, au cobaye, au lapin, au rat, à la souris; il semble donc bien qu'il soit spécial aux Bovidés. Chez quelques moutons et chez quelques chèvres inoculés avec le sang contenant le Trypanosome, Theiler a observé une

réaction fébrile, mais il n'a jamais constaté l'existence de Trypanosomes dans le sang.

» Le Trypanosome vit de 5 à 7 jours dans le sang défibriné pur ou mélangé à du sérum de cheval ou à de l'eau physiologique; l'eau ordinaire le détruit rapidement.

» Dans ma Note antérieure j'ai donné, comme dimensions du parasite, 50^{μ} de long sur 3^{μ} à 4^{μ} de large; je n'avais mesuré qu'un petit nombre d'individus. Depuis lors, j'ai pu mesurer un grand nombre de parasites et j'ai constaté que la longueur pouvait varier de 30^{μ} à 65^{μ} et la largeur de 2^{μ} à 4^{μ}. Les formes les plus longues et les plus larges sont généralement en voie de division.

» L'extrémité du Trypanosome est effilée (*fig.* 1), le centrosome (*c*) est toujours assez éloigné du noyau (*n*); la membrane ondulante (*m*) est bordée par le flagelle qui devient libre à la partie antérieure (*f*).

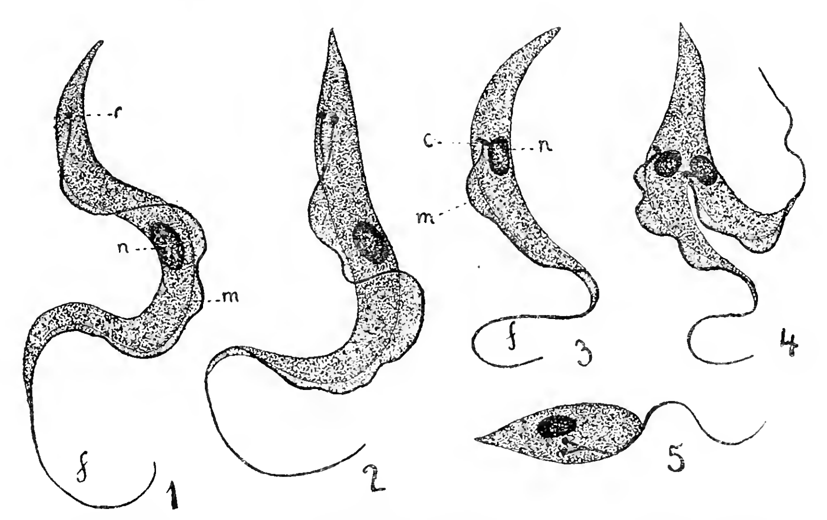


Fig. 1 et 2, *Tr. Theileri*. La figure 2 représente le Trypanosome en voie de division. — Fig. 3-5, *Tr. transvaaliense*. La figure 4 représente un Trypanosome au dernier stade de la division; la figure 5, une petite forme en voie de division. Gr. : 1700 D. environ.

» La multiplication se fait par bipartition; le centrosome et le flagelle, à son extrémité centrosomique, se divisent en général les premiers; le noyau se divise ensuite en même temps que le reste du flagelle, enfin a lieu la division du protoplasme.

» La figure 2 représente un Trypanosome à la première phase de la bipartition; le centrosome est divisé ainsi que la base du flagelle.

» Il n'est pas rare de trouver dans le sang des Bovidés du Transvaal, en même temps que *Tr. Theileri*, des Hématozoaires de la fièvre du Texas, *Piroplasma bigeminum*; chez l'un des Bovidés dont j'ai examiné le sang il

y avait de petits Spirilles de 7^{μ} à 10^{μ} de long; M. Theiler n'a rencontré ces Spirilles que dans ce cas.

» Les hématies présentent des altérations déjà décrites dans ma Note antérieure; la plus caractéristique de ces altérations est l'existence de fines granulations basophiles dans un certain nombre d'hématies; cette altération paraît intimement liée à la présence des Trypanosomes (Theiler).

» La manière dont la Galziekté se propage est encore douteuse. M. Theiler émet des doutes sur le rôle des tiques; il constate cependant que les tiques étaient nombreuses sur les animaux malades; il s'agit de *Rhipicephalus decoloratus* Koch. M. Theiler m'a envoyé des tiques recueillies sur des animaux atteints de Galziekté; malheureusement ces tiques sont mortes pendant le voyage et leurs œufs ne sont pas arrivés à éclosion.

» Au mois d'août 1902, M. Theiler m'a envoyé de Prétoria des préparations de sang d'un bœuf dans lesquelles on voyait des Trypanosomes assez nombreux appartenant à une autre espèce que *Tr. Theileri*. Je donne à ce nouveau Trypanosome le nom de *Tr. transvaaliense*.

» *Tr. transvaaliense* a des dimensions assez variables; dans une même préparation, on peut distinguer de petites formes qui mesurent, en moyenne, 18^{μ} de long (flagelle compris); de grandes formes qui atteignent 40^{μ} et jusqu'à 50^{μ} de long sur 6^{μ} de large; enfin des formes moyennes, les plus communes, qui ont 30^{μ} de long environ sur 4^{μ} à 5^{μ} de large.

» L'extrémité postérieure est en général très effilée.

» Le noyau, ovalaire, est situé vers la partie moyenne du corps du Trypanosome.

» La situation du centrosome par rapport au noyau est caractéristique.

» Dans tous les Trypanosomes connus jusqu'ici, le centrosome était situé loin du noyau, à peu de distance en général de l'extrémité postérieure; c'est même là une objection qui a été faite à l'interprétation que nous avons donnée, M. Mesnil et moi [1], du corpuscule chromatique auquel vient aboutir le flagelle chez les Trypanosomes.

» Chez *Tr. transvaaliense*, le centrosome, relativement volumineux et par suite facile à voir, est toujours près du noyau, souvent accolé à ce dernier comme cela est indiqué dans la figure 3. Le centrosome a, d'ordinaire, une forme allongée; il se colore plus fortement que le noyau par la méthode que je préconise pour la coloration des Hématozoaires.

(1) *Soc. de Biologie*, 23 mars 1901, et *Comptes rendus*, 15 juillet 1901.

» L'objection tirée de la situation périphérique du corpuscule chromatique, que nous avons assimilé à un centrosome, tombe dans ce cas; or, il n'est pas douteux que les corpuscules chromatiques auxquels aboutissent les flagelles des autres Trypanosomes soient de même nature que le centrosome de *Tr. transvaaliense*.

» Par suite du rapprochement du noyau et du centrosome, vers la partie moyenne du corps, la membrane ondulante a, chez *Tr. transvaaliense*, beaucoup moins de développement que chez les autres Trypanosomes, *Tr. Theileri* notamment.

» Le protoplasme, finement granuleux, se colore moins que celui de *Tr. Theileri*.

» *Tr. transvaaliense* se multiplie par bipartition comme *Tr. Theileri*, mais les formes de division sont plus variées que dans cette dernière espèce. La figure 4 représente un Trypanosome de dimensions moyennes à la dernière phase de la bipartition. On distingue : deux noyaux, deux centrosomes, deux flagelles, deux membranes ondulantes; le protoplasme lui-même a commencé à se diviser. La figure 5 représente une petite forme au début de la bipartition; la division ne porte que sur le centrosome et sur l'extrémité attenante du flagelle.

» Le flagelle se divise dans toute sa longueur.

» Quelques-unes des préparations avaient été faites avec du sang conservé depuis 24 heures. Dans ces préparations, beaucoup de Trypanosomes étaient agglutinés en rosaces plus ou moins régulières; l'agglutination se fait par les extrémités postérieures comme chez *Tr. Lewisi* et *Tr. Brucei*. Le protoplasme de ces Trypanosomes, déjà altérés, contenait de grosses granulations chromatiques.

» Les hématies ne présentaient pas, dans ce cas, les altérations qu'on rencontre chez les animaux infectés par *Tr. Theileri;* on ne voyait pas de granulations basophiles dans les hématies.

» Beaucoup de Trypanosomes étaient en mauvais état, même dans les préparations de sang desséché aussitôt après la sortie des vaisseaux, ce qui semble indiquer que le parasite est très fragile.

» Le Bovidé porteur de ces Trypanosomes était infecté en même temps de Piroplasmose (*P. bigeminum* rares dans le sang) et de Peste bovine; on s'explique donc qu'il ait été impossible de faire la part des différentes infections dans les accidents observés.

» On devait se demander si les éléments parasitaires que je viens de décrire ne correspondaient pas simplement à la phase de multiplication de *Tr. Theileri;* on sait que, chez *Tr. Lewisi* par exemple, on observe, pendant

la phase de multiplication, des formes très différentes de celles qui existent dans le sang, cette phase terminée. J'ai écarté cette interprétation parce que l'accolement du centrosome au noyau ne s'observe jamais chez *Tr. Theileri,* même au moment de la division. Il serait facile de citer d'autres différences entre ces Trypanosomes (dimensions, variabilité des formes chez *Tr. transvaaliense,* altérations des hématies constantes dans un cas, faisant défaut dans l'autre, etc.); le caractère tiré de la situation des centrosomes par rapport aux noyaux me paraît suffire pour justifier la création de deux espèces.

» On a vu que *Tr. Theileri* était spécial aux Bovidés; il y aura lieu d'étudier à ce point de vue *Tr. transvaaliense* et de rechercher s'il est inoculable à d'autres animaux. »

PHYSIQUE. — *Sur l'égalité de la vitesse de propagation des rayons* X *et de la vitesse de la lumière dans l'air.* Note de M. R. BLONDLOT.

» Reprenons l'appareil décrit dans une Note précédente (¹), les fils de transmission ayant une longueur de 80^{cm}; comme nous l'avons vu, l'étincelle du résonateur présente un maximum d'éclat lorsque le tube est à 53^{cm} de la coupure. Nous laisserons de côté l'analyse théorique du phénomène pour ne retenir que le fait observé, admettant seulement, ce qui est indubitable, que le maximum est dû à ce qu'il y a une distance du tube pour laquelle les rayons X illuminent la coupure pendant l'existence de la force électrique à cette coupure avec plus d'intensité que pour les autres distances. Nous désignerons par $V\frac{\text{cent.}}{\text{sec.}}$ et $V'\frac{\text{cent.}}{\text{sec.}}$ les vitesses de propagation respectives des ondes hertziennes et des rayons X.

» Après avoir déterminé la position du tube donnant le maximum d'étincelle, allongeons les fils de transmission de α centimètres : la cessation des rayons X à la coupure est ainsi retardée de $\frac{\alpha}{V}$ sec.; il faudra donc, pour rétablir la coïncidence des temps et retrouver le maximum, diminuer la distance du tube à la coupure d'une longueur β telle que $\frac{\beta}{V'} = \frac{\alpha}{V}\cdot$ L'expérience donne $\frac{\beta}{\alpha}$, et par cela même, en vertu de l'égalité précédente, $\frac{V'}{V}\cdot$

(¹) *Voir* R. BLONDLOT, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 666.

» Des déterminations extrêmement nombreuses, dans lesquelles on a fait varier α dans des limites aussi étendues que cela était possible, ont donné invariablement $\beta = \alpha$; d'où il résulte que $V = V'$ au degré d'approximation que comporte la détermination de la position du tube qui rend l'étincelle maximum.

» Le Tableau ci-dessous contient les résultats d'une série d'expériences: la première colonne donne les valeurs de α; la seconde les valeurs correspondantes de β déterminées par mon aide M. Virtz; la troisième les valeurs de β déterminées par moi ; la quatrième les moyennes des valeurs précédentes de β. Chacun des nombres de la seconde et de la troisième colonne est la moyenne de cinq mesures.

	β.		
α.	Virtz.	Blondlot.	Moyenne.
− 7	− 6,5	− 5,9	− 6,2
+ 9	+ 8,9	+10,5	+ 9,7
+12,5	+12,6	+12	+12,3
+15	+14,5	+15,1	+14,8
+25	+24,5	+25,3	+24,9
+30	+30	+31,0	+30,5
+40	+39,6	+39,3	+39,4
+25	+23,2	+24,6	+23,9

» On voit que les nombres de la quatrième colonne diffèrent assez peu des nombres correspondants de la première pour que les différences puissent être attribuées à l'impossibilité de déterminer d'une manière très précise la position du tube qui rend l'étincelle maximum. La série des expériences, au nombre de 80, résumées dans le Tableau précédent, donne le résultat définitif suivant : en remplaçant α et β par les moyennes de leurs valeurs, on trouve $\frac{V'}{V} = \frac{161,7}{163,5}$. D'autres séries d'expériences ont donné $\frac{138}{139}$, $\frac{146}{144}$, ... Ces quotients sont très voisins de l'unité : les mesures isolées présentent parfois des écarts assez notables, comme on peut le voir sur le Tableau ci-dessus, mais l'influence de ces écarts a toujours disparu dans les moyennes d'un grand nombre de déterminations. J'ai vérifié que les valeurs de β sont indépendantes de la grandeur et de la forme du résonateur.

» Voici maintenant un autre genre d'expériences : dans celles-ci, on compense encore le temps que les rayons X emploient pour franchir un certain espace par le temps que les ondes électromagnétiques emploient

pour parcourir une certaine longueur de fil; mais ici ce ne sont plus les fils de transmission que l'on allonge ou raccourcit, c'est le fil du résonateur. Les extrémités du résonateur étant écartées l'une de l'autre d'environ $0^{cm},3$, on leur soude respectivement les deux fils d'une petite ligne de transmission; à l'extrémité de cette ligne est adapté le micromètre à étincelles, la nouvelle coupure étant ramenée à la position de l'ancienne en repliant la petite ligne sur elle-même. L'action de l'excitateur sur le résonateur y produit une onde hertzienne qui doit parcourir une certaine longueur de fil pour aboutir à la coupure et y produire l'étincelle. Si donc on a allongé chaque moitié du résonateur de a centimètres, l'étincelle est retardée de $\frac{a}{V}$ sec. et, pour obtenir le maximum d'étincelle, il faudra que la distance du tube à la coupure soit augmentée d'un nombre b de centimètres, tel que $\frac{b}{V'} = \frac{a}{V}\cdot$ La valeur observée de $\frac{b}{a}$ donne celle de $\frac{V'}{V}\cdot$ On remplace dans ce calcul b et a par leurs valeurs moyennes dans les différentes expériences. Celles-ci, très nombreuses et concordantes, dans lesquelles on a fait varier a de 0^{cm} à 25^{cm}, ont donné $\frac{V'}{V} = 0,93$. Cette valeur s'accorde suffisamment avec les résultats de la première méthode, qui semble d'ailleurs plus précise, parce que le retard des ondes hertziennes y est mieux défini.

» L'ensemble des résultats expérimentaux obtenus, tant par l'une que par l'autre méthode, peut se résumer ainsi : si à la longueur des fils de transmission on ajoute la distance du tube à la coupure qui donne le maximum d'étincelle, et que l'on en retranche, s'il y a lieu, la longueur de la petite ligne ajoutée au résonateur, on obtient la longueur constante 133^{cm}.

» Remarquons que, dans l'une comme dans l'autre des méthodes décrites, le rapport $\frac{V'}{V}$ est obtenu sans que l'on ait besoin de connaître le détail des phénomènes : ce sont des méthodes de *substitution*, analogues à la méthode de Borda pour les pesées. Il y a toutefois une complication : la position du tube qui donne le maximum d'étincelle est plus rapprochée de la coupure que si l'intensité des rayons X ne décroissait pas avec la distance; la décroissance de l'intensité suffit en effet pour rendre décroissante une action qui sans cela ne croîtrait que très lentement avec la distance. Ce rapprochement est plus grand pour les petites distances que pour les grandes parce que la décroissance de l'intensité est plus rapide pour les petites distances. L'augmentation de b ou de β produite par cette cause ne

peut être calculée *a priori*, mais la concordance finale de tous les résultats indique qu'elle ne surpasse pas les erreurs d'expérience.

» Résumons le contenu de cette Note et de la précédente :

» En supposant *a priori* l'égalité des vitesses de propagation des rayons X et des ondes hertziennes, on a été conduit à prévoir que le renforcement produit par le tube sur l'étincelle devait passer par un maximum pour une certaine distance du tube. L'expérience a confirmé cette prévision. La même supposition a permis de calculer d'avance les déplacements que la position du tube correspondant à ce maximum devait éprouver, soit par l'allongement des fils de transmission, soit par l'annexion d'une petite ligne au détonateur : on devait, en effet, pouvoir compenser le temps que les ondes électriques emploient pour parcourir une certaine longueur de fil par le temps que les rayons X emploient pour franchir une distance égale. Cette compensation s'est produite en réalité : des deux méthodes employées l'une a donné pour le rapport des vitesses 0,97 (¹), l'autre 0,93. — D'autre part, il paraît impossible de donner une autre explication du maximum d'éclat de l'étincelle, de ses déplacements et des autres circonstances de ces phénomènes. L'ensemble de tous ces faits conduit donc à cette conclusion : *La vitesse de propagation des rayons X est égale à celle des ondes hertziennes ou de la lumière dans l'air.*

» Il me reste à indiquer certaines observations faites au cours de ces recherches, et à décrire quelques expériences qui en confirment les résultats. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les lueurs crépusculaires récentes.* Note de M. Perrotin.

« Les crépuscules rouges de ces jours derniers ont été vus à Nice dès le commencement de la semaine dernière : l'Observatoire Bischoffsheim les a notés le 27 octobre, au soir, pour la première fois, en dépit d'un ciel très nuageux qui ne permettait guère de distinguer le phénomène qu'à la faveur de rares éclaircies.

» Les 28 et 29 octobre, les conditions ne furent pas plus favorables et c'est seulement le 30, par un ciel découvert, qu'il fut possible de l'étudier dans ses phases successives.

(¹) Après une correction relative au revêtement isolant des fils de transmission.

» Ce qui frappa, tout d'abord, c'est la couleur du Soleil au moment de son coucher; le disque en était d'un rouge vif très accentué; sans aucune déformation dans l'image, d'ailleurs. Il en avait été de même les jours précédents.

» On vit ensuite un crépuscule extraordinairement lumineux, teinté de bleu et de rose; suivi, enfin, vers l'ouest, d'un embrasement général de l'horizon, dont l'aspect rappelait, d'une manière frappante, les lueurs rougeâtres d'un immense incendie qui prend, dès le début, une extension rapide.

» A l'instant de son plus grand éclat, la nappe lumineuse rouge, de forme à peu près circulaire (sans rayons, comme pour les aurores boréales), mais semblant plus étendue dans l'horizon, s'élevait de 20° à 25° au-dessus du Soleil couchant [1], autant que permettaient d'en juger les limites nécessairement confuses et mal définies de l'apparition lumineuse.

» Le maximum avait lieu 45 minutes, la fin de $1^h 20^m$ à $1^h 30^m$ après le coucher du Soleil.

» Ces illuminations singulières nous ont remis en mémoire celles de novembre et décembre 1883, janvier 1884, qui furent observées en divers points du globe et donnèrent lieu à une polémique d'autant plus intéressante qu'elle était très documentée.

» Les uns, et non des moins autorisés, soutenaient qu'elles avaient pour cause des conditions météorologiques particulières de l'atmosphère; quelques-uns en trouvaient l'origine dans les poussières cosmiques qui flottent en permanence, paraît-il, dans les régions élevées de cette enveloppe aérienne; d'autres, plus hardis et plus téméraires, les attribuaient aux poussières lancées, quelques mois auparavant, dans l'air, par la formidable éruption du Krakatoa.

» Nous-même, invité par M. Dumas, alors à Cannes, à faire une enquête détaillée sur ce sujet et à prendre parti dans la question, publiâmes, en collaboration avec le regretté Thollon, dans les *Annales de Chimie et de Physique* de 1884 (voir aussi Tome II des *Annales de l'Observatoire de Nice*), le résultat d'un travail qui concluait à un phénomène de diffraction, produit par les poussières extrêmement ténues projetées, quelques mois auparavant, par le trop fameux volcan du détroit de la Sonde.

» Il faut convenir que les apparitions actuelles, si elles sont générales, rapprochées d'événements récents dont tout le monde a conservé le pénible souvenir, semblent donner raison aux partisans des causes volcaniques.

» D'un autre côté, il faut reconnaître que les crépuscules rouges de 1902

(1) M. Javelle estime cette hauteur un peu plus grande.

ont lieu dans les mêmes mois de l'année que ceux de 1883, ce qui vient à l'appui des causes exclusivement météorologiques.

» Toutefois, il existe, entre les phénomènes des deux époques, un caractère commun qu'il importe de faire ressortir. Dans les deux cas (la durée du crépuscule rouge du 30 octobre le montre clairement) le phénomène lumineux semble intéresser des régions de l'atmosphère dont certaines sont à 50^{km}, au moins, au-dessus du sol.

» Est-il possible d'admettre qu'il existe de l'eau à cette altitude, sous une forme quelconque; à l'état vésiculaire, par exemple, comme il le faudrait? La chose est peu probable.

» Espérons que les observations de ces jours-ci nous apporteront sur cette question de précieux renseignements. Les particularités signalées par les observateurs les moins prévenus ne seront pas les moins utiles; leur publication immédiate rendra plus facile la discussion des données qu'elles pourront contenir.

» Malheureusement, les crépuscules rouges paraissent devoir durer moins longtemps, cette fois, qu'en 1883; car, hier au soir déjà, 1er novembre, le phénomène était, du moins à Nice, tout à fait sur son déclin et, chose curieuse, le centre d'illumination semblait notablement reporté au nord du point de l'horizon où le Soleil s'était couché.

» Quoi qu'il en soit, il nous a paru opportun de rapprocher, dès maintenant, les crépuscules étranges de 1902 de ceux de 1883 et de rappeler les circonstances tristement célèbres qui ont précédé les uns et les autres. »

S. A. le Prince DE MONACO fait hommage à l'Académie d'un Volume portant pour titre : « La carrière d'un navigateur, par *Albert Ier*, Prince de Monaco ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse de neuf échantillons d'air recueilli dans les galeries d'une mine de houille*, par M. NESTOR GRÉHANT.

« En poursuivant les recherches que j'ai entreprises sur la composition de l'air confiné, j'ai eu l'occasion d'analyser de l'air pris dans les galeries d'une mine de charbon en exploitation.

» Voici le procédé qui a été employé, suivant mes indications, pour faire les prises

de gaz : l'ingénieur de la mine, en divers points des galeries, du 15 octobre au 23 octobre, entre 8h et 10h du matin, vidait un flacon numéroté plein d'eau, puis introduisait dans col la tuyère d'un soufflet dont les manœuvres faisaient pénétrer dans le flacon de l'air ayant exactement la composition de l'atmosphère ambiante; aussitôt des bouchons de caoutchouc étaient enfoncés et maintenus à l'aide de fils de fer.

» Dans tous les flacons il y avait une pression positive, qui déterminait sous l'eau l'expulsion de quelques bulles de gaz quand on enlevait le bouchon.

» Dans chaque flacon, immergé dans l'eau, on a introduit un bouchon de caoutchouc, traversé par un tube de verre uni à une pompe à mercure, et l'on a recueilli, dans une cloche pleine de mercure et dans une cloche pleine d'eau, deux échantillons de gaz.

» Le premier a été traité sur le mercure par la potasse et par l'acide pyrogallique, pour doser l'acide carbonique et l'oxygène; le second a été introduit dans mon grisoumètre, qui est si sensible que 1^{cm^3} de formène donne une réduction de 22 divisions.

» Voici le Tableau des résultats que j'ai obtenus :

Flacons.	Acide carbonique.	Oxygène.	Formène.	Azote.
1..........	1,3	17,3	3,5	77,9
2..........	1,1	17,6	6,1	75,2
3..........	1,1	17,6	4,6	76,7
4..........	1,2	16,1	7,5	75,2
5..........	1,8	17,1	4,1	77,0
6..........	1,0	17,2	6,3	75,5
7..........	1,0	18,0	4,6	76,4
8..........	1,1	17,7	4,7	76,7
9..........	1,1	17,8	4,4	76,7

» L'examen des chiffres montre, et c'est le résultat le plus important, que la proportion de formène a varié entre 3,5 et 7,5; or, le chiffre 3,5 pour 100 est déjà le double de celui 1,87 que M. le Professeur Chesneau regarde comme une teneur exorbitante pour un puits de retour d'air; le chiffre 7,5 indique un véritable mélange détonant, puisque l'Inspecteur général des Mines Mallard a montré qu'il y a inflammation quand la proportion de grisou dans l'air est égale à 6 pour 100.

» L'acide carbonique a varié entre 1 et 1,8 pour 100 : c'est une quantité qui diminue sensiblement l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique, comme l'ont démontré mes recherches sur ce sujet.

» Enfin, la proportion d'oxygène était notablement abaissée, puisqu'elle était comprise entre 16,1 et 18, c'est-à-dire de 4,7 à 2,8 au-dessous de la teneur de l'air pur, 20,8.

» Je conclus qu'il me paraît utile d'établir, dans toute mine de charbon, un Laboratoire d'analyses eudiométriques et grisoumétriques, qui permet-

trait de régler la ventilation pour que l'atmosphère dans laquelle vivent et travaillent les ouvriers mineurs soit aussi purifiée que possible. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur la résolution nomographique du triangle de position pour une latitude donnée.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. Callandreau.

« Nous avons fait voir (¹) que tous les cas de résolution des triangles sphériques pouvaient se ramener à un abaque unique qui, par conséquent, s'il était construit à une échelle suffisante, résumerait à lui seul toute la Trigonométrie sphérique. Cela ne supprime pas l'intérêt de solutions spéciales applicables à tel ou tel cas particulier. Nous en avons déjà signalé quelques-unes dans notre *Traité de Nomographie* (²). En voici une, fort simple (puisqu'elle repose sur le simple alignement de points à une cote), qui s'applique à la résolution du triangle de position pour une latitude donné φ.

» Si, posant, pour simplifier l'écriture,

$$\sin\varphi = h, \qquad \cos\varphi = k\ (^3),$$

on appelle, suivant l'usage, ζ la distance zénithale, $\mathcal{H}$ l'angle horaire, $\mathcal{D}$ la déclinaison, on a, entre ces variables, l'équation

$$(1) \qquad \cos\zeta = h \sin\mathcal{D} + k \cos\mathcal{D} \cos\mathcal{H}.$$

» Cette équation rentre dans un type bien connu auquel s'applique la méthode des points alignés avec deux échelles rectilignes et une échelle curviligne (⁴) (dont le support est ici une ellipse).

(¹) *Bulletin astronomique*, t. XI, 1894, p. 5, et *Traité de Nomographie*, p. 329.

(²) Voir notamment p. 56, 249, 327.

(³) Pour Paris, on a : $h = 0,75278$, $k = 0,65822$.

(⁴) *Traité de Nomographie*, p. 182. Un abaque à droites entre-croisées, obtenu par anamorphose, a été donné pour cette équation par M. Bigourdan dans ses *Instructions sur l'usage de l'équatorial* (p. 5 et *Pl. III*). Sous peine d'offrir à la vue un enchevêtrement inextricable, cet abaque a dû être fractionné en trois. La méthode des points alignés écarte, dans tous les cas, la nécessité d'un tel fractionnement.

» L'amplitude de l'échelle ($\mathcal{H}$) étant double de celle de l'échelle (ζ) (puisque $\mathcal{H}$ varie dans toute la circonférence, tandis que ζ ne varie que de 0° à 90°), nous prendrons ici pour la seconde un module double de celui l, d'ailleurs quelconque, de la première; et nous poserons donc

$$u = -l\cos\mathcal{H},$$
$$v = 2l\cos\zeta,$$

ce qui, si l'on se reporte à l'endroit cité [1], montre que l'équation (1) exprime, en appelant δ un second module également quelconque, l'alignement des trois points à une cote :

$$(\mathcal{H}) \qquad x = -\delta, \qquad y = -l\cos\mathcal{H},$$
$$(\zeta) \qquad x = \delta, \qquad y = 2l\cos\zeta,$$
$$(\omega) \qquad x = \delta\frac{1-2k\cos\omega}{1+2k\cos\omega}, \qquad y = \frac{2lh\sin\omega}{1+2k\cos\omega}.$$

» Les échelles rectilignes ($\mathcal{H}$) et (ζ), portées sur deux droites Au et Bv parallèles à Oy et équidistantes de cet axe, sont celles de la *fonction cosinus*, construites avec deux modules, dont l'un est la moitié de l'autre. Si l'on appelle A et B les points de rencontre de Au et Bv avec Ox, on voit que, ayant construit l'échelle (ζ) de 0° à 90°, on aura l'échelle ($\mathcal{H}$) entre les mêmes limites en projetant la première à partir du point P de Ox, tel que PB $= -$ 2PA [2]. La seconde partie de l'échelle ($\mathcal{H}$) est d'ailleurs symétrique de la première par rapport au point A, les cotes correspondantes étant supplémentaires.

» L'échelle curviligne (ω) pourra, suivant le procédé déjà employé pour l'équation de Képler [3], être engendrée au moyen de deux de ses projections, l'une $(\omega)_1$ faite sur Ox parallèlement à Oy, l'autre $(\omega)_2$ faite sur Oy à partir du point A.

---

(1) La correspondance avec les notations adoptées à cet endroit s'établit ainsi :

$$f_1 \equiv -\cos\mathcal{H}, \qquad f_2 \equiv \cos\zeta, \qquad f_3 \equiv k\cos\omega, \qquad \varphi_3 \equiv 1, \qquad \psi_3 \equiv -h\sin\omega,$$
$$l_1 \equiv l, \qquad l_2 \equiv 2l.$$

(2) En vue d'une bonne disposition pratique, on inclinera l'axe AB par rapport à Oy, de façon que les échelles ($\mathcal{H}$) et (ζ), prises entre leurs limites respectives, forment deux côtés opposés d'un rectangle.

(3) *Traité de Nomographie*, p. 196 à 198.

» La première, définie par

$$x = \delta\frac{1 - 2k\cos\omega}{1 + 2k\cos\omega},$$

est *effectivement* projective de l'échelle (ζ) puisque son point $\omega = 90^\circ$ coïncide avec le point $\zeta = 90^\circ$ de celle-ci, ceci en vertu d'un théorème connu ([1]).

» La seconde est définie par

$$y = lh\sin\omega,$$

ainsi qu'on le voit bien aisément en cherchant l'ordonnée à l'origine de la droite unissant le point (ω) au point A. Comme on peut écrire

$$y = \frac{h}{2}2l\cos(90^\circ - \omega),$$

on voit que l'échelle $(\omega)_2$ s'obtient en projetant l'échelle (ζ) sur Oy, à partir du point C de Ox tel que $CO = \frac{h}{2}CB$, *les cotes étant en même temps remplacées par leurs compléments.*

» Finalement, les échelles $(\omega)_1$ et $(\omega)_2$ étant obtenues, ainsi qu'on vient de le montrer, par projection de la seule échelle (ζ) [qui, déjà, avait donné l'échelle ($\mathcal{H}$)], les parallèles à Oy menées par les points de la première et les divergentes unissant le point A aux points de la seconde donnent, par leur rencontre, les points (ω) cherchés.

» Nous nous proposons de construire effectivement, pour la latitude de Paris, le nomogramme dont la théorie précède. »

([1]) *Traité de Nomographie*, p. 14. Le centre de projection s'obtiendra au moyen de deux points particuliers de l'échelle $(\omega)_1$ construits directement et joints aux points de même cote de l'échelle (ζ) : par exemple, ceux qui correspondent à $\omega = 0^\circ$ et $\omega = 60^\circ$, pour lesquels on a

$$x = \delta\frac{1 - 2k}{1 + 2k} \qquad \text{et} \qquad x = \delta\frac{1 - k}{1 + k}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes uniformes définies par les équations différentielles du second ordre.* Note de M. R. LIOUVILLE.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 8 septembre dernier et qui, par suite de circonstances particulières, n'est venue sous mes yeux que tout récemment, M. Painlevé s'est attaché à démontrer que l'analyse que j'avais indiquée, pour l'étude de certaines équations différentielles du second ordre, est *illusoire*.

» M. Painlevé m'attribue cette conclusion : les équations

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = z, \qquad \frac{dz}{dx} = 6y^2 + x$$

pourraient être remplacées *algébriquement* par un système

$$(2) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = \mathrm{P}\left(x, y, z, \frac{dz}{dx}\right), \qquad \frac{d^2z}{dx^2} = \mathrm{Q}\left(x, y, z, \frac{dz}{dx}\right),$$

dont les équations intégrales peuvent être mises sous forme linéaire à l'égard des constantes arbitraires.

» Il suffit de lire ma Note du 1er septembre pour s'apercevoir que le mot *algébriquement* ne s'y trouve pas, en sorte que M. Painlevé peut, sans me toucher en rien, regarder comme *illusoire une conclusion qui n'est pas la mienne*.

» M. Painlevé insiste sur le nombre des fonctions arbitraires que comporte l'intégration générale du système (2), tel que je l'ai voulu construire. Cette circonstance est tout à fait analogue à celle qu'on rencontre pour les *intégrales* d'un système différentiel quelconque; elle n'a rien qui s'oppose à la recherche d'un système (2), algébrique ou dépendant de transcendantes déjà connues, s'il en existe un.

» Cette recherche, à laquelle faisait allusion la fin de ma Note du 1er septembre dernier, n'est pas encore terminée. J'ajouterai que la question dont je me suis occupé ne coïncide pas avec celle qui a été traitée dans une Note récente.

» Pour préciser, il n'est ni démontré, ni vraisemblable, que toute équation irréductible, au sens de M. Drach, adopté par M. Painlevé, le soit aussi au point de vue que j'ai voulu étudier.

» Il s'agit, dans le premier cas, de savoir s'il existe entre les variables,

les deux intégrales de l'équation proposée et leurs dérivées partielles, une équation algébrique, outre celle qui se déduit de la connaissance du dernier multiplicateur : c'est une propriété à laquelle les intégrales de l'équation proposée sont seules intéressées.

» J'introduis, au contraire, un système différentiel, réductible par sa construction même à la forme linéaire et dans lequel l'équation proposée se trouve comprise. Si l'on cherche à choisir ce système de telle façon que ses coefficients soient algébriques ou s'expriment à l'aide de transcendantes déjà connues, cette condition n'intéresse pas seules les intégrales de l'équation proposée, mais bien *un ensemble de trois fonctions*, liées aux intégrales du système différentiel qui contient cette équation.

» Une même condition est donc appliquée, dans les deux cas, à des éléments de natures différentes. »

PHYSIQUE. — *Sur la formation des gouttes liquides et la loi de Tate.* Note de MM. A. **Leduc** et P. **Sacerdote** (¹). (Réponse à MM. *Ph.-A. Guye* et *L. Perrot.*)

« MM. Guye et Perrot partagent, comme on peut le voir, nos idées sur la formation des gouttes. Nous n'avons donc à répondre qu'à deux critiques relatives à nos expériences :

» 1° Comme ces auteurs, nous avons observé que la masse des gouttes tombées augmente avec la rapidité de l'écoulement (²).

» Des mesures faites avec des vitesses d'écoulement quelconques n'ont aucun sens : aussi, nous sommes-nous bien gardés d'en faire de semblables. Dans nos expériences les gouttes se formaient toujours lentement, aussi bien avec le mercure qu'avec l'eau; il ne faut donc pas chercher dans l'exagération de la vitesse d'écoulement l'explication du relèvement de notre courbe le long de l'axe des y.

» 2° Contrairement à ce que l'on pourrait penser d'après une phrase des auteurs (p. 461, lignes 8 et suiv.), nos expériences ne constituent pas une

---

(¹) Voir Guye et Perrot, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 458 et 621, et Leduc et Sacerdote, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 95.

(²) Nous n'avons pas signalé cette influence, que nous croyions bien connue. Pour le même motif, nous n'avons point parlé de l'influence de l'électrisation, qui est également importante.

vérification plus ou moins imparfaite de la loi de Tate. Elles montrent, au contraire, que cette loi ne se vérifie approximativement *que dans certaines limites assez restreintes*. On verrait encore, en se reportant à notre Note, que *nous n'avons pas admis comme hypothèse* la proportionnalité entre les masses des gouttes tombées et les tensions superficielles : *c'est l'expérience* qui nous a montré qu'à égalité de diamètre d'orifice le rapport desdites masses était, pour le mercure et l'eau, 6,3 environ.

» En raison de la variabilité bien connue des propriétés superficielles, ce nombre 6,3 nous a paru représenter suffisamment bien le rapport des tensions superficielles du mercure et de l'eau, et nous n'avons, d'ailleurs, dans tout ce travail, attaché aucune importance à des écarts de quelques centièmes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Remarque au sujet d'une Note récente de M.* Ponsot, *sur la force électromotrice d'un élément de pile thermo-électrique*, par M. **H. Pellat**.

« Dans la Note dont il s'agit (*Comptes rendus*, 27 octobre 1902) se trouve le passage suivant :

» La détermination des températures absolues au moyen de la mesure
» de q (4) (Pellat) demanderait la détermination de deux constantes et
» la connaissance de deux températures absolues, l'une d'elles ayant une
» valeur donnée. »

» Ce passage pourrait faire croire que la méthode que j'ai proposée : *Méthode permettant d'évaluer en valeur absolue les très basses températures* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 291) est identique à celle qui repose sur la relation (4) de la Note de M. Ponsot. Or, ma méthode est différente, car elle ne nécessite pas l'emploi de deux températures connues en valeur absolue. Elle donne, en effet, directement le rapport $\frac{T}{T_0}$ de deux températures absolues quelconques; par conséquent, il suffit d'avoir à sa disposition une seule température fixe, connue en valeur absolue, celle de la glace fondante, par exemple, égale à 273 sur l'échelle centigrade, pour pouvoir déterminer sur cette échelle n'importe quelle autre température. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique du sulfure de plomb aux très basses températures.* Note de M. **Edmond van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« Les expériences ont été faites sur une tige de sulfure de plomb, obtenue en coulant le produit pur fondu dans une lingotière cylindrique au préalable fortement chauffée. Cette tige était ensuite limée et usée avec précaution, de manière à réaliser un cylindre qui avait $5^{mm},9$ de diamètre. Cette petite baguette de sulfure de plomb était munie à ses deux extrémités de pinces en laiton, qui permettaient de mesurer la résistance électrique de la tige par la méthode de Lord Kelvin. Pour assurer un contact plus certain encore on avait entouré, d'une étroite bandelette de feuille d'étain, les deux extrémités de la baguette de sulfure, avant de la fixer dans les pinces.

» Les diverses températures ont été réalisées et mesurées, comme il a été indiqué dans ma précédente Note [1].

» Voici les résultats des mesures, dans l'ordre où ils ont été obtenus :

	Températures.	Résistances électriques de la tige en ohms.
	$+23°,3$	$10^{-5}\times 474$
	$+44,4$	$10^{-5}\times 516$
	$+61,55$	$10^{-5}\times 551$
	$+81,85$	$10^{-5}\times 588$
(25 août 1902)	$+20,2$	$10^{-5}\times 461$
	$-74,9$	$10^{-5}\times 278,5$
	-62	$10^{-5}\times 301$
	$-53,1$	$10^{-5}\times 316$
	$-44,6$	$10^{-5}\times 331$
	$-31,8$	$10^{-5}\times 354$
	$-29,6$	$10^{-5}\times 358$
(27 août 1902)	$+20,21$	$10^{-5}\times 469$
	$-187,2$	$10^{-5}\times 107,5$
(28 août 1902)	$+20,7$	$10^{-5}\times 472$

» La résistivité du sulfure de plomb pur et coulé est donc 289,88 *microhms*-centimètre à la température de $+20°,7$ C. Cette résistivité *diminue*

---

(1) *Comptes rendus*, 15 septembre 1902, p. 456.

toujours à mesure que la température devient plus basse, en sorte que, dans l'air liquide, la résistance électrique de la tige étudiée est inférieure au $\frac{1}{4}$ de sa valeur à la température de $+ 20^\circ,7$. Le sulfure de plomb coulé se comporte donc, entre les limites de température considérées, comme les métaux purs, et sa résistivité électrique est considérablement plus faible que celle de la pyrite naturelle FeS^2, dont la résistance diminue quand la température s'élève :

	Résistivité électrique.		
Pyrite naturelle.......	1513 $\times 10^3$	microhms-centimètre à	$+20^\circ$ C.
Sulfure de plomb......	289,88	microhms-centimètre à	$+20^\circ,7$ C.

» Si l'on trace la courbe qui exprime la variation de la résistance électrique avec la température, on constate qu'elle ne présente pas une forte courbure et que la quantité $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ est d'autant plus grande que l'on s'écarte davantage du zéro absolu. Enfin, après avoir été refroidi dans l'air liquide, le sulfure de plomb a repris sensiblement sa résistance électrique à $+ 20^\circ,7$.

» J. Guinchant ([1]) a étudié le sulfure de plomb pur et coulé entre $- 25^\circ$ et $+ 920^\circ$. D'après lui la résistivité peut être représentée de $- 25^\circ$ à $+ 100^\circ$ par la relation

$$\rho_t = 0,000298(1 + 0,00501\,t).$$

» D'après mes expériences, la constante physique que nous étudions varie à peu près proportionnellement à la température, entre $- 29^\circ,6$ et $+ 81^\circ,85$. Toutefois, suivant J. Guinchant :

» L'allure de la courbe entre $+ 900^\circ$ et $- 25^\circ$ fait prévoir une tangente horizontale et, par conséquent, un minimum de résistivité, mais à une température très basse, probablement inférieure à $- 100^\circ$.

» Mes mesures n'ont pas indiqué l'existence d'un tel minimum.

» D'autre part, F. Streintz ([2]) a réalisé une tige, par compression de la poudre de galène (PbS). Entre $+ 30^\circ$ et $+ 200^\circ$, la conductibilité pouvait être obtenue par la formule

$$K = a \times T^\alpha,$$

dans laquelle T est la température absolue, a et α deux constantes. La

([1]) *Comptes rendus*, séance du 26 mai 1902, p. 1224.

([2]) *Sitzungsber. der Akad. der Wissens.* Vienne, séance du 6 mars 1902, p. 361.

résistivité diminuerait donc quand la température s'élève, contrairement aux mesures faites par J. Guinchant et aux nôtres. En outre, la galène ayant été placée par F. Streintz dans l'air liquide, la résistance électrique est devenue considérable. Ainsi une tige *vieillie* de galène ayant 2^{cm} de longueur et $0^{cm^2},5$ de section avait 28 ohms de résistance à $+22^{\circ}$ et 67000 ohms environ dans l'air liquide.

» J'ajouterai que la tige de sulfure de plomb coulé, utilisée pour mes mesures, était absolument massive et ne présentait aucune soufflure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un chlorosulfate d'aluminium.* Note de M. A. Recoura.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 21 juillet 1902) j'ai montré que, lorsqu'on porte à l'ébullition une solution de sulfate de sesquioxyde de chrome additionnée d'un grand excès d'acide chlorhydrique, la molécule de sulfate abandonne une partie de son acide sulfurique, comme elle le fait dans l'eau pure, et que ceux des hydroxyles de l'hydrate chromique, ainsi devenus libres par la séparation de l'acide sulfurique, fixent de l'acide chlorhydrique, de sorte que l'on obtient un sel polyacide dans lequel les hydroxyles de la base sont saturés, les uns par de l'acide sulfurique, les autres par de l'acide chlorhydrique. La solution abandonne en effet à la cristallisation un chlorosulfate $CrSO^4Cl, 6H^2O$, dont j'ai décrit les curieuses propriétés.

» Il était intéressant de savoir si le sulfate d'aluminium se comporterait de la même façon. J'ai obtenu dans les mêmes conditions, c'est-à-dire par cristallisation d'une solution de sulfate d'aluminium faite dans l'acide chlorhydrique bouillant, un composé tout à fait semblable, c'est-à-dire le chlorosulfate d'aluminium $AlSO^4Cl, 6H^2O$ (1). Sa préparation est calquée sur celle que j'ai décrite pour le chlorosulfate de chrome. On obtient ainsi un sel très soluble dans l'eau et à peu près insoluble dans l'alcool. On remarquera que l'on trouve dans ce composé les 6^{mol} d'eau qui existent dans le chlorure d'aluminium $AlCl^3, 6H^2O$, de même que l'on trouve dans le composé correspondant du chrome les 6^{mol} d'eau du chlorure chromique.

» On peut se demander si le composé ainsi obtenu est bien un sel

(1) Trouvé : $Al = 1$; $SO^4 = 0,999$; $Cl = 1,002$; $H^2O = 5,9$.

polyacide $AlSO^4Cl$, ou bien si c'est un sel double $Al^2 3SO^4, AlCl^3$ provenant de l'union d'une molécule de sulfate d'aluminium avec une molécule de chlorure. Dans le cas du composé chromique, les propriétés du corps et les mesures cryoscopiques ne laissent aucun doute à cet égard, ainsi que je l'ai fait voir. Elles montrent que la solution aqueuse de ce sel renferme bien, *au début*, le composé $CrSO^4Cl$, mais que ce corps instable est détruit peu à peu par l'eau, et que, au bout de quelques jours, elle ne renferme plus qu'un simple mélange $Cr^2 3SO^4 + CrCl^3$.

» Dans le cas du composé aluminique, les mesures cryoscopiques montrent que sa dissolution dans l'eau n'est, *même dès les premières minutes, qu'un simple mélange* de sulfate d'aluminium et de chlorure. En effet, l'abaissement du point de congélation de la solution aqueuse de ce composé est la somme des abaissements du sulfate et du chlorure qu'il renferme ([1]). Ainsi donc, tandis que le chlorosulfate de chrome n'est détruit que lentement par l'eau, celui d'aluminium est détruit en quelques instants. Par conséquent, l'étude de la dissolution ne permet pas de résoudre la question de la constitution du composé solide.

» Mais, étant donné qu'il se produit exactement dans les mêmes conditions que le composé chimique, qu'il a exactement la même composition que lui, on peut considérer comme vraisemblable qu'il a la même constitution, c'est-à-dire que c'est un sel polyacide.

» Cette manière de voir est d'ailleurs confirmée par le fait suivant : si le composé était un sel double, on l'obtiendrait vraisemblablement en faisant cristalliser un mélange de sulfate et de chlorure dissous dans l'eau. Or, dans la cristallisation d'un tel mélange, il ne se forme pas trace de chlorosulfate d'aluminium; les cristaux que l'on obtient sont un mélange en proportions variables de sulfate et de chlorure, mélange qui, traité par l'alcool, lui abandonne la totalité du chlorure qu'il renferme, tandis que le chlorosulfate est indécomposable par l'alcool dans les mêmes conditions.

» Pour toutes ces raisons, on peut donc admettre que le chlorosulfate d'aluminium $AlSO^4Cl, 6H^2O$ a la même constitution que le chlorosulfate de chrome $CrSO^4Cl, 6H^2O$. Or, j'ai fait voir que ce dernier corps est un composé complexe, que le chlore y est dissimulé et que, dans le même composé à 5^{mol} d'eau, l'acide sulfurique, lui aussi, est dissimulé. Il

---

([1]) En effet, une solution renfermant 4^g du composé se congèle à $-0^\circ,50$. Or les quantités de sulfate et de chlorure qu'ils renferment produisent, à la même dilution, des abaissements qui sont respectivement $0^\circ,22$ et $0^\circ,30$ et dont la somme est $0^\circ,52$.

est donc probable qu'il en est de même dans le composé aluminique. Mais, tandis qu'on peut le constater pour le composé chromique parce qu'il n'est décomposé que lentement par l'eau, on ne peut pas le faire pour le composé aluminique, puisqu'il est instantanément détruit par l'eau.

» Il en est de même pour toute la série des composés complexes du chrome que j'ai étudiés. On peut mettre en évidence leurs propriétés, parce que, quoique fragiles, la dissolution ne les détruit pas immédiatement. Il n'est pas improbable que des composés analogues existent pour l'aluminium, mais il est vraisemblable que ces composés, comme le chlorosulfate d'aluminium, sont très rapidement détruits par la dissolution.

» On devait s'attendre à ce que le sulfate ferrique donnât naissance à un composé analogue. Il n'en est rien. Dans les mêmes conditions, le sulfate ferrique donne naissance, non pas à un chlorosulfate, mais, d'une part, à du chlorure ferrique et, d'autre part, à un sulfate acide

$$Fe^2 3SO^4, SO^4H^2, 8H^2O$$

dont je poursuis en ce moment l'étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un procédé général de formation des azotures métalliques.* Note de M. GUNTZ, présentée par M. A. Haller.

« J'ai mesuré autrefois la chaleur de formation de l'azoture de lithium, et j'ai trouvé que

$$Li^3 \text{ sol.} + Az \text{ gaz.} = Li^3 Az \text{ sol.} + 49^{Cal}, 5 \quad (^1).$$

» Si l'on fait réagir sur ce composé un chlorure métallique MCl, on a, pour la réaction,

$$Li^3 Az + 3MCl = M^3 Az + 3LiCl + Q \text{ calories},$$

et ce nombre Q est en général très considérable car le chlorure de lithium est un des chlorures formés avec le plus grand dégagement de chaleur. Ainsi, pour la réaction suivante, si x est la chaleur de formation de l'azoture ferreux, on a

$$2Li^3Az + 3FeCl^2 = Fe^3Az^2 + 6LiCl + 241^{Cal}, 8 + x.$$

(1) GUNTZ, *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 995.

» Il y a donc un excès considérable de chaleur disponible permettant la formation de l'azoture ferreux.

» J'ai donc essayé cette réaction à cause de l'intérêt que présentent ces composés. La combinaison de l'azote avec le fer a été en effet très étudiée, et l'on a proposé de nombreuses formules pour représenter la composition des produits obtenus; ainsi, notamment, les recherches récentes de M. G.-J. Fowler (¹) semblaient donner la formule Fe^2Az.

» On obtient cependant facilement les azotures Fe^3Az^2, $FeAz$.

» Pour obtenir l'azoture ferreux j'ai chauffé, en un point, dans une nacelle en fer, 1g de Li^3Az avec 10g du chlorure double $2KCl\,FeCl^2$. L'incandescence se produit dans la partie chauffée et se propage dans toute la masse; je n'ai pas employé $FeCl^2$ pur, car la réaction est trop énergique.

» On lave le produit obtenu dans une atmosphère de CO^2, car il est très oxydable, et l'on obtient de l'azoture ferreux pur. C'est une poudre noirâtre, très oxydable à l'air et par l'eau aérée, soluble dans HCl étendu.

» La réaction de Li^3Az sur $FeCl^3KCl$ s'opère de la même manière, mais elle est plus énergique encore; il faut pulvériser séparément les deux produits et les mélanger doucement dans la nacelle. Si l'on ne prend pas cette précaution, le mélange prend feu en projetant des étincelles, et le mortier est souvent brisé par suite du grand dégagement de chaleur.

» Après refroidissement, le contenu de la nacelle est lavé à l'eau bouillante, puis séché à 100°; l'analyse montre que l'on a obtenu de l'azoture ferrique FeAz pur, composé noir qui, chauffé sur une lame de platine, devient incandescent en se transformant en oxyde de fer; il est beaucoup moins oxydable que l'azoture ferreux.

» La réaction de Li^3Az sur le chlorure chromique $CrCl^3$ est également très énergique; en opérant comme pour $FeCl^3$, on obtient l'azoture de chrome CrAz pur dont les propriétés sont celles indiquées par M. Ferée (²).

» La stabilité de l'azoture de chrome m'a engagé à remplacer Li^3Az par l'azoture de magnésium et l'expérience m'a montré que la double décomposition se produit de la même manière et est même plus facile à opérer.

» Ce mode de formation des azotures me semble général et je compte le vérifier pour d'autres composés.

» L'hydrure de lithium semble se comporter comme l'azoture dans ces doubles décompositions.

(¹) G.-J. Fowler, *Proceedings of the chemical Society*, t. CCXVI, p. 209.

(²) Ferée, *Bulletin de la Société chimique*, 1901, p. 618.

» Lorsqu'on chauffe un chlorure avec de l'hydrure de lithium, il y a, la plupart du temps, réaction et quelquefois avec explosion.

» En chauffant, par exemple, LiH + $MgCl^2$, il y a réaction; mais, en même temps, l'hydrure de magnésium se décompose presque complètement, par suite de la température élevée de la réaction; avec le chlorure de palladium, la réaction se produit et le mélange prend feu, rien que par le mélange des substances.

» Je m'occupe de déterminer les conditions assez délicates permettant d'obtenir les divers hydrures métalliques, notamment en opérant sous de fortes pressions d'hydrogène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le baryum-ammonium et l'amidure de baryum.* Note de M. Mentrel, présentée par M. Haller.

« M. Guntz a montré ([1]) que le baryum et le strontium métalliques se dissolvent dans l'ammoniac liquide pour donner des composés mordorés semblables aux autres ammoniums préparés par M. Joannis ([2]) et par M. Moissan ([3]).

» Nous avons étudié les conditions de formation du baryum-ammonium et ses propriétés.

» Lorsqu'on fait passer du gaz ammoniac sur le baryum, on constate que ce métal ne s'attaque pas au-dessus de + 28°. Au-dessous de cette température il se forme un produit solide rouge mordoré se transformant en un liquide bleu lorsque la température baisse au-dessous de — 23°. Vers — 50° il se sépare un liquide huileux bleu foncé, peu soluble dans l'ammoniac liquide qu'il colore en bleu pâle.

» Au-dessous de — 23° ces composés sont stables; à partir de — 15°, ils se transforment en amidure d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

» Voici les tensions de dissociation du baryum-ammonium que nous avons observées en opérant toujours en présence d'un excès de baryum :

Température.	Tensions en millimètres de mercure.
—63	19
—31	38
—19	59
0	158
+19	507
+28	785

([1]) Guntz, *Bull. Soc. des Sciences de Nancy*, 1902.

([2]) Joannis, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900, 965; t. CXII, p. 392; t. CXIII, p. 795; t. CXV, p. 820.

([3]) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 685.

» Nous avons analysé ce composé par la méthode de M. Joannis, en cherchant à diverses températures la composition du produit limité qui, en perdant une trace d'ammoniac, donne du baryum libre. On trouve ainsi : à 0°, $Ba + 6,1\,AzH^3$; à $-23°$, $Ba + 6,3\,AzH^3$; à $-50°$, $Ba + 6,97\,AzH^3$, les tensions de ces composés étant, à température égale, les mêmes que les tensions de dissociation indiquées précédemment.

» A basse température, le baryum-ammonium renferme donc un léger excès d'ammoniac provenant de la dissolution de ce gaz dans le composé solide dont la formule semble être $Ba(AzH^3)^6$. M. Moissan avait trouvé pour le composé analogue du calcium la formule $Ca(AzH^3)^4$.

» Il semble donc que la proportion du gaz ammoniac combiné avec les métaux de cette famille augmente avec le poids atomique; pour le vérifier, nous nous proposons de déterminer la formule du strontium-ammonium.

» Les propriétés du baryum-ammonium sont semblables à celles des autres ammoniums; il prend feu au contact de l'air, se décompose très vivement par l'eau.

» L'oxygène à basse température est absorbé en donnant un mélange de bioxyde de baryum et de baryte.

» Avec le bioxyde d'azote, nous avons obtenu l'hypoazotite de baryum, solide blanc $Ba(AzO)^2$.

» L'action de l'oxyde de carbone sur la solution ammoniacale de baryum-ammonium nous a permis de préparer un composé nouveau, le baryum-carbonyle $Ba(CO)^2$, corps solide, jaune, se décomposant sans explosion au contact de l'air et par la chaleur, soluble dans l'eau avec décomposition.

» En faisant passer du gaz ammoniac sur le baryum chauffé dans une nacelle en fer, on constate que l'attaque a lieu à 280°. Il se forme un liquide gris devenant vert, puis rouge lorsque la température augmente. Il se forme de l'amidure de baryum :

$$Ba + 2\,AzH^3 = Ba(AzH^2)^2 + H^2.$$

» A 460°, l'amidure fondu bout en dégageant un mélange d'azote et d'hydrogène dans le rapport $\frac{H}{Az} = 3$.

» A 650°, il se forme un produit solide, jaune orangé, fusible seulement à 1000°. En abaissant la température et en opérant toujours dans un courant d'ammoniac, les phénomènes inverses se produisent; le composé redevient liquide vers 450°, puis se solidifie à 280°.

» Ces changements curieux sont dus à la transformation, par la chaleur, de l'amidure $Ba(AzH^2)^2$ en azoture Ba^3Az^2, et, par refroidissement, de l'azoture en amidure, comme les analyses nous l'ont montré, ces réac-

tions étant accompagnées d'une décomposition illimitée de l'ammoniac en ses éléments.

» En opérant dans le vide, nous avons obtenu de l'azoture de baryum pur et exempt de fer. Il se produit donc, à chaque température, un équilibre entre Ba^3Az^2 et $Ba(AzH^2)^2$, d'après la réaction

$$3Ba(AzH^2)^2 \rightleftarrows Ba^3Az^2 + 4AzH^3.$$

» Nous avons vérifié que l'amidure de lithium donne nettement une transformation analogue, qui, probablement, se produit aussi pour l'amidure de sodium, mais en très faible proportion, aux températures où l'on peut opérer dans le vide sans dissocier totalement $NaAzH^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques produits d'oxydation de l'aniline par l'oxygène de l'air.* Note de M. **C.-I. Istrati**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On sait depuis longtemps que l'aniline brunit à la longue au contact de l'air et finit même par se résinifier. Quelle que soit la multiplicité des méthodes qu'on a employées pour essayer d'oxyder l'aniline, les résultats que nous allons faire connaître semblent prouver que la liste des corps résultant de l'oxydation de cette substance est bien loin d'être close.

» L'air a une action très grande sur l'aniline portée à l'ébullition; en même temps qu'elle s'unit à l'oxygène, elle se condense en différents groupements nouveaux. Pendant la réaction, on observe la production d'eau en quantité et, chose plus curieuse, d'un peu d'ammoniaque.

» Dans un ballon surmonté d'un appareil réfrigérant, on introduit 250g d'aniline pure. L'air préalablement séché y pénètre par un tube en verre; il est aspiré au moyen d'une trompe, réunie au tube abducteur du réfrigérant à reflux.

» Après 10 heures de chauffage, l'aniline se colore déjà en brun. Après 10 jours, le liquide est noir et visqueux. Peu à peu il dépose, pendant la nuit, des cristaux noirâtres. La masse est complètement solide à partir du vingt-cinquième jour.

» Cette masse, confusément cristalline, est jetée sur un filtre et lavée à l'alcool froid. Il reste sur le filtre une masse rouge brunâtre (A); à travers le filtre passe un liquide noir qui entraîne aussi l'aniline non oxydée (B).

» On reprend à froid la masse (A) par le chloroforme qui dissout facilement une substance rouge foncé (C), et laisse sur le filtre une substance grisâtre franchement cristallisée (D).

» Cette dernière partie est reprise dans un appareil à extraction, à chaud, d'abord par l'alcool, qui enlève une substance plus ou moins colorée en noir, cristallisable en

longues aiguilles. Après plusieurs cristallisations et décolorations par le noir animal, on l'obtient en belles aiguilles incolores longues de plusieurs centimètres et fondant à 238°-239° :

» L'analyse de ce corps a donné pour 100 : C = 74,43 ; H = 5,96 ; Az = 13,23.

	A froid (30°-31°).	A l'ébullition.
100g d'alcool en dissolvent.............	0g,88	4g,25
100g de chloroforme en dissolvent......	0g,065	0g,141

» L'acide azotique attaque ce corps et donne avec lui un mélange de plusieurs dérivés nitrés.

» La partie facilement soluble dans l'alcool est extraite par le chloroforme. Après plusieurs cristallisations dans le toluène, on obtient un corps fusible à 251°, en petites écailles incolores, luisantes et ressemblant au carbazol.

» Le corps est indifférent, brûle difficilement pendant la combustion et paraît s'approcher de la formule

$$C^3\left(\begin{array}{c} O \\ \| \\ \diagup Az - C^6H^5 \\ | \\ \diagdown Az - C^6H^5 \\ \| \\ O \end{array}\right)^3$$

qui veut pour 100 :

$$C = 70,53; \quad H = 4,24; \quad Az = 11,79.$$

nous avons obtenu à l'analyse, pour 100 : C = 70,57 ; H = 5,19 ; Az = 11,54.

	A froid (31°-32°).	A l'ébullition.
100g d'alcool en dissolvent.............	0g,010	0g,342
100g de chloroforme en dissolvent......	0g,137	0g,508

» Le dérivé nitré fusible à 247°, soluble dans l'alcool, contient pour 100 : C = 39,61 ; H = 2,93 ; Az = 19,54.

» La partie soluble dans le chloroforme (C) avec une forte couleur rouge est extraite à plusieurs reprises par l'alcool. On obtient ainsi un corps cristallisé soyeux, de couleur rouge violacé, fusible entre 207° et 208°.

» L'analyse a donné pour 100 : C = 80,24 ; H = 6,37 ; Az = 11,45.

» Ce corps paraît répondre à la formule

$$(C^6H^5 - AzH)^3 \equiv C^6H^2 - O - C^6H^2 \equiv (AzH - C^6H^5)^3,$$

qui veut pour 100 : C = 80,37 ; H = 5,63 ; Az = 11,75, et qui explique en même temps le caractère neutre de la substance.

	A froid (31°-32°).	A l'ébullition.
100g d'alcool en dissolvent........	0g,057	0g,34
100g de chloroforme en dissolvent..	0g,38	8g,25

» Traité par le nitrite de sodium, en solution acétique, ce corps se colore immédiatement en rouge de sang et se dissout plus facilement. Précipité par l'eau, on isole un composé cristallisé rouge, plus soluble dans le chloroforme que dans l'alcool. Ce dérivé nitrosé fond à 190°-197°; l'analyse a donné pour 100 : C = 68,85; H = 4,91; Az = 11,96.

» La partie (B) est distillée d'abord directement pour extraire l'alcool, puis dans un courant de vapeur d'eau pour chasser l'aniline. Le résidu est traité de la même manière que le corps (A). Des restes plus solubles dans l'alcool on peut extraire, par l'eau, un corps incolore cristallisant en belles lamelles fusibles à 110°-112°.

» L'analyse nous donne pour 100 : C = 69,76; H = 6,81; Az = 10,21.

» Cette substance est très instable. Pendant la concentration des eaux mères au bain-marie, elle s'oxyde et se transforme en une masse rougeâtre, insoluble dans l'eau, qui paraît être le corps fusible à 207°-208°.

» Quant au rendement, le corps rouge violacé se produit en très grande quantité; les corps fusibles à 251° et à 239° se produisent presque en même proportion : approximativement 5 pour 100 par rapport au composé rouge. Le corps fusible à 110°-112° se produit en très petite quantité.

» Je me propose de présenter la suite de cette étude dans une Communication ultérieure. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une matière albuminoïde extraite du grain de maïs.* Note de MM. E. Donard et H. Labbé, présentée par M. A. Ditte.

« Seul, parmi les matières albuminoïdes des céréales, le gluten des froments a fait, jusqu'à présent, l'objet d'études approfondies. Ritthausen (1) a considéré le gluten comme un produit complexe formé de trois matières protéiques distinctes : la *gluten-fibrine* ou *gluténine,* la *gliadine* et la *mucédine.* Ces matières se différencient surtout les unes des autres par leurs inégales solubilités dans l'alcool éthylique à diverses concentrations. M. Fleurent (2) a tiré un heureux parti de ces propriétés pour réaliser le dosage des proportions relatives de gluténine et de gliadine dans les diverses farines.

» Par de l'alcool convenablement dilué et à l'aide d'épuisements méthodiques, on peut aussi, suivant Ritthausen (3), retirer du maïs un mélange de matières albuminoïdes présentant un aspect analogue à celui des consti-

(1) *Les corps protéiques des céréales.* Bonn, 1872.
(2) *Comptes rendus,* t. CXXIII, p. 327 et 754.
(3) *Les corps protéiques des céréales.* Bonn, 1872, p. 115-117.

tuants du gluten de blé, mais qui jouissent de propriétés chimiques les différenciant complètement des glutens de blé.

» Ayant cherché à réaliser une méthode qui permît l'extraction des matières protéiques du maïs, non plus sous la forme visqueuse et gluante, plus ou moins facile à dessécher, que leur assigne Ritthausen, mais sous un aspect physique convenable et dans un état de pureté chimique absolu, nous avons reconnu la solubilité à chaud dans l'alcool iso-amylique d'une partie des matières protéiques du grain de maïs, parallèlement avec l'insolubilité absolue du gluten de blé dans le même solvant.

» Du maïs réduit en farine est préalablement desséché et privé de son huile par un épuisement à la benzine cristallisable; on le soumet ensuite à l'épuisement à chaud par son poids environ d'alcool amylique anhydre. Au bout de 8 heures, la solution amylique est précipitée par un excès (environ trois fois son volume) de benzine cristallisable. La matière albuminoïde, à peu près complètement insoluble dans ce mélange, forme un précipité floconneux que l'on jette sur un filtre et qu'on lave à la benzine jusqu'à ce que les liquides de lavage ne contiennent plus trace d'alcool amylique. On sèche ensuite la matière dans le vide sec à basse température ou on l'étend sur du papier à filtre. Par évaporation de la benzine qui l'imprègne, il reste finalement une substance pulvérulente que l'on achève de priver de benzine dans l'étuve à 100°.

» Si l'on extrait, par le procédé de Ritthausen, la masse impure des albuminoïdes du maïs, et qu'on traite celle-ci par l'alcool amylique, on la sépare en deux parties : l'une rigoureusement insoluble, l'autre soluble à chaud dans cet alcool. La dernière s'identifie complètement avec la matière extraite du maïs lui-même par le procédé décrit ci-dessus. Nous reviendrons ultérieurement sur les conditions de cette analyse immédiate.

» La matière obtenue par l'une et l'autre méthode, que nous désignons sous le nom de *maïsine* parce que nous ne l'avons pas encore rencontrée dans les autres céréales ou légumineuses (sauf une minime proportion dans le sorgho), se présente sous l'aspect d'une poudre blanche, extrêmement fine et légère, ayant la composition centésimale suivante :

C : 54,72; H : 7,63; Az : 15,90; S : 0,80; cendres : 0,06.

» Du poids du soufre on déduit, pour la molécule, un poids minimum de 4000 qui correspondrait à une composition : $C^{184}H^{300}Az^{46}O^{54}S$. Cette formule exige les pourcentages suivants des éléments :

C : 54,80; H : 7,5; Az : 16,00; S : 0,8.

» La maïsine est insoluble dans l'eau à froid comme à chaud, ainsi que dans les diverses solutions salines. Cependant, par une longue ébullition avec l'eau, elle s'hydrolyse faiblement et donne à l'évaporation un léger résidu soluble.

» Elle est soluble dans les alcools méthylique et éthylique et dans l'acétone. Sa solubilité est beaucoup plus grande à chaud et ses solutions dans ces divers solvants précipitent par refroidissement. La maïsine précipite également de ces solutions par l'éther hydraté ou absolu, la benzine, les hydrocarbures, mais dans un état d'hydratation qui la transforme en une matière gluante se collant aux vases et donnant, par dessiccation, une matière jaune translucide et cornée. La maïsine est également soluble dans l'acétate d'amyle bouillant en très petite quantité, et ce dernier la laisse déposer à froid en poudre blanche.

» Insoluble dans les solutions aqueuses acides (acide acétique à 2 et 5 pour 100), elle développe une odeur spéciale par ébullition au sein de ces dernières. Elle est soluble, au contraire, dans les solutions aqueuses de soude ou de potasse à 1 ou 2 pour 100 ou même plus faibles ($\frac{1}{2000}$). Les solutions alcoolo-potassiques extrêmement étendues la dissolvent aisément.

» Dans les alcools supérieurs, propylique, isobutylique, la maïsine est soluble comme dans l'alcool amylique. Ce dernier ne dissout, à froid, que des traces de maïsine; à chaud, au contraire, les quantités d'albuminoïde dissoutes atteignent 11 à 11,5 pour 100 du poids de l'alcool employé.

» La teneur des maïs en maïsine est de 4 à 4,5 pour 100 environ.

» L'étude des diverses céréales, légumineuses et maïs, relativement à leur teneur en maïsine, et, d'autre part, l'étude des propriétés chimiques et biologiques de cette dernière feront l'objet de prochaines Communications. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique dans les airs viciés.* Note de M. Ferdinand Jean, présentée par M. Amagat.

« A côté d'intoxications aiguës et mortelles causées par l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, dont les exemples répétés et récents ont ému le public, les intoxications lentes, résultant d'un manque de ventilation, de foyers de chauffage défectueux, de fissures ou de crevasses dans le corps des cheminées, ne sont pas moins dangereuses pour la santé; car, ces gaz n'affectant pas l'odorat, on n'en peut déceler la présence que par une analyse compliquée de l'air suspect, ou une expérimentation physiologique très délicate.

» Nous avons pensé que le corps médical ferait bon accueil à un appareil simple et pratique qui permettrait de faire rapidement, au point de vue de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique à dose anormale, l'examen des airs confinés, viciés ou suspects.

» L'appareil qui fait l'objet de cette Note nous paraît répondre aux conditions que comportait la solution de la question; il permet, en effet, non seulement de déceler la présence de traces d'oxyde de carbone, mais encore de déterminer quantitativement la dose d'oxyde de carbone et d'acide carbonique contenus dans l'air vicié, et cela automatiquement, sans exiger de l'opérateur des connaissances scientifiques, ni l'habitude des manipulations.

» Notre appareil est constitué par trois flacons laveurs en verre, A, B, C, contenant chacun un réactif. Ces laveurs sont raccordés par un tube de caoutchouc à un aspirateur double, à renversement, de 10^{l} de capacité, muni d'un niveau gradué par demi-litres, et dont le débit est réglé de façon à faire passer lentement l'air dans les laveurs, à raison de 10^{l} par heure.

» Le laveur C porte un petit tube de verre garni de ouate hydrophile, destinée à retenir les poussières en suspension dans l'air, sur lequel on fixe le tube de caoutchouc qui sert à puiser l'air, par aspiration, dans la pièce dont il s'agit d'étudier l'air.

» Le laveur A renferme 50^{cm^3} d'une solution de chlorure de palladium au millième, aussi neutre que possible. Sous l'action d'une certaine quantité d'oxyde de carbone, il se forme du palladium reconnaissable au dépôt noirâtre qui se produit d'abord, sur les parois des tubes, à la partie supérieure du laveur; on observe ensuite, si l'on pousse l'opération, la formation d'une poudre noire, et la décoloration partielle du réactif.

» Le chlorure de palladium peut être remplacé, dans le laveur A, par une solution de nitrate d'argent ammoniacal, au centième, que l'on prépare en ajoutant, dans la solution ammoniacale de nitrate d'argent, du nitrate d'argent jusqu'à formation d'un commencement de précipité d'oxyde d'argent.

» Nous avons constaté qu'une semblable solution filtrée, employée à froid, possède, à l'égard de l'oxyde de carbone, exactement le même degré de sensibilité que le chlorure de palladium. Sous l'action de l'air contenant de l'oxyde de carbone, ce réactif prend une légère coloration violacée, puis forme un précipité noir, si l'on fait passer un plus grand volume d'air contenant des traces d'oxyde de carbone.

» Nous avons déterminé expérimentalement la sensibilité initiale de ces deux réactifs en faisant passer, dans le flacon laveur, de l'air mélangé avec des volumes déterminés d'oxyde de carbone, et nous avons constaté que les réactifs indiquaient la présence de l'oxyde de carbone lorsque 8^{cm^3} à 10^{cm^3} d'oxyde de carbone dilués dans l'air avaient traversé le flacon laveur.

» Le deuxième flacon B contient 5^{cm^3} de soude ou de potasse demi-normale, dans 45^{cm^3} d'eau, colorée assez fortement avec du bleu C4B. Expérimentalement, nous avons reconnu que, pour faire virer au bleu franc la teinte rouge violacé de l'indicateur, il fallait faire passer dans le laveur 88^{cm^3} d'acide carbonique mélangé dans n'importe quel volume d'air.

» C'est à dessein que nous avons diminué la sensibilité du réactif, afin de ne pas avoir à tenir compte de l'acide carbonique contenu normalement dans l'air, ou qui peut s'y trouver à petite dose; l'air confiné ne devenant impropre à la combustion des

bougies qu'à la dose de 4 à 5 pour 100 en volume, il était, en effet, inutile de déterminer des doses d'acide carbonique inférieures à 1 pour 100.

» Le laveur C contient de l'acide sulfurique à 66° Baumé; il est destiné à retenir les carbures d'hydrogène et autres composés organiques volatils, que l'air vicié par la respiration ou la combustion renferme souvent en petites quantités; la présence de ces corps est indiquée par la coloration jaune plus ou moins foncée que prend l'acide sulfurique au cours du barbotage de l'air dans le laveur.

» L'appareil étant monté et mis en communication d'une part avec l'aspirateur d'air et, d'autre part, au moyen d'un tube en caoutchouc, avec la pièce dont on se propose d'analyser l'air, il suffit d'ouvrir le robinet de l'aspirateur et de noter, d'après le nombre de litres d'eau écoulés, le volume d'air ayant passé dans les laveurs, pour que le réactif A indique la présence de l'oxyde de carbone et le volume d'air qui a été nécessaire pour faire virer au bleu le réactif B.

» Sachant que 8^{cm^3} à 10^{cm^3} d'oxyde de carbone et 88^{cm^3} d'acide carbonique sont nécessaires pour influencer les réactifs A et B et connaissant les volumes d'air qui ont traversé le système de laveurs, pour produire ces résultats, il devient très simple de calculer la teneur en oxyde de carbone et en acide carbonique de l'air analysé.

» Si, par exemple, il a fallu, pour influencer le réactif A, faire passer 20^l d'air, on saura que cet air renferme de $\frac{4}{10000}$ à $\frac{5}{10000}$ d'oxyde de carbone. Si, pour faire virer le réactif B, il a fallu 3^l d'air, c'est que l'air analysé renferme 2,9 pour 100 d'acide carbonique en volume.

» Les essais qui ont permis d'établir la sensibilité initiale des réactifs ayant été faits avec de l'air à 18° C., on peut ramener les données analytiques fournies par l'appareil au volume d'air à 0° C., ou, par application de la formule de dilatation de l'air, si l'analyse a porté sur de l'air à une température différente de 18° C., au volume d'air à 18° C.

» On voit que cet appareil permet de doser des quantités très faibles d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, dans les airs viciés, par simple mesure du volume d'air ayant traversé l'appareil, résultats qu'on ne peut obtenir par les méthodes d'analyse gazométrique les plus compliquées, au moins en ce qui concerne l'oxyde de carbone. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le bourgeonnement de* Rhabdopleura Normanni *All.* Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Le bourgeonnement de *Rhabdopleura Normanni* aboutit soit à l'accroissement normal de la colonie, soit au remplacement d'individus dégénérés. Dans les deux cas, l'évolution du bourgeon est identique.

» Dans le premier cas, le pédoncule d'un individu donne latéralement un bourgeon plein, qui se développe en dehors de l'enveloppe chitineuse et ne tarde pas à présenter deux régions : une région ovoïde, très volumineuse, qui formera l'épistome et, à la base de celle-ci, une masse pleine en forme de V inséré par la pointe, dont chaque branche est le rudiment d'un des bras du lophophore. Plus tard, vers ce point d'insertion, le pédoncule se renfle latéralement, pour donner une masse allongée dans laquelle le rudiment du tube digestif apparaît sous forme d'une lumière contournée. Sur des coupes, ce bourgeon présente un épithélium externe chargé de granulations pigmentaires et entourant une masse mésenchymateuse dont les cellules forment la paroi du tube digestif. Le pédoncule s'allonge et l'animal sécrète son tube.

» Dans le second cas, un individu adulte subit une dégénérescence analogue à une dégénérescence adipeuse. Il se charge de globules réfringents qui restent groupés plus ou moins longtemps. Cette dégénérescence commence par le lophophore, dont les tentacules secondaires disparaissent rapidement; puis elle gagne tout l'individu. Elle peut se limiter au lophophore, l'épistome et la masse viscérale. Alors le pédoncule régénère à son extrémité un nouvel individu. Le plus souvent, cette dégénérescence gagne le pédoncule et se continue jusqu'à la base de la loge dans laquelle vivait l'individu primitif. En ce point, le pédoncule forme un bourgeon plein qui se développe à l'intérieur du tube et finit par reconstituer un nouvel individu.

» Au cours d'une dégénérescence, il arrive que le tube s'enroule plus ou moins sur lui-même et que, dans son intérieur, les produits de la dégénérescence restent groupés en masses sphériques ou ovoïdes. Ces masses ainsi disposées ont été regardées à tort comme des statoblastes ou des hibernacula ; il est facile de se convaincre de leur caractère résiduel.

» En résumé, une régénération des individus et un bourgeonnement latéral de leur pédoncule concourent à la conservation et à l'accroissement des colonies de *Rhabdopleura*. Dans aucun cas nos exemplaires n'ont présenté d'individus blastogènes incomplètement développés et donnant sur leur pédoncule une série de bourgeons. Ils diffèrent en cela de ceux étudiés par Ray-Lankester.

» En ce qui concerne les affinités de *R. Normanni*, nous pensons que cette espèce doit être rapprochée des Bryozoaires endoproctes. La présence d'une enveloppe tubulaire chitineuse sur le pédoncule est un caractère que l'on retrouve chez les endoproctes marins, tels que ceux du genre *Barensia* Hincks. Comme chez ces derniers, l'espace compris entre les viscères et la paroi du corps est comblé par un tissu mésenchymateux. Certains caractères divergents, tels que ceux tirés de l'absence de néphridies et de la disposition des organes génitaux, peuvent résulter de ce fait que *R. Normanni* est une espèce entièrement fixée sur un support rigide et dont la mobilité est limitée au calice qui sort ou rentre dans son tube.

Quant à la présence d'un tube sécrété par l'épistome, c'est là un caractère acquis secondairement, comme cela se voit dans divers groupes : Annélides, Rotifères, etc.

» Dans les phénomènes de reproduction, l'existence d'une régénération des individus rappelant la régénération périodique signalée chez *Pedicellina* est encore un caractère de rapprochement entre les deux groupes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la continuité fibrillaire des cellules épithéliales et des muscles chez les* Nebalia. Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. Y. Delage.

« On connaît un certain nombre d'exemples de fusions de cellules épithéliales et de fibres musculaires, mais diversement interprétées. Pour certains histologistes (Rohde, Frenzel, Nicolas, Manille Ide, etc.), il n'y a que des relations de *contiguïté* : les fibrilles musculaires s'épanouissent entre les cellules épithéliales pour s'insérer sur la cuticule. Pour d'autres auteurs (Leydig, Bertkau, Dubosq, etc.), il y a *continuité* de substance entre la cellule épithéliale et la fibre musculaire. Nils Holmgren a trouvé récemment (1902) des exemples de continuité et de contiguïté chez le même animal.

» J'ai trouvé chez *Nebalia*, où, du reste, Claus [1] les avait déjà figurées en les interprétant différemment, des cas de continuité directe entre les fibrilles musculaires et les fibrilles épithéliales, de sorte que les muscles semblent s'insérer directement sur la cuticule chitineuse : le fait, qui est surtout net pour le gros muscle adducteur de la carapace, serait banal en lui-même si je n'avais pu pousser plus loin cette étude, dont voici les principaux résultats :

» Indiscutablement, chez *Nebalia*, la fibrille épithéliale est la continuation directe de la myofibrille. Chaque fibrille épithéliale se prolonge jusqu'à la cuticule chitineuse et se termine à la limitante par une partie un peu plus élargie. Dans les cellules épithéliales qui sont en rapport avec de gros muscles, comme le muscle adducteur, les

---

[1] Claus, *Ueber den Organismus der Nebaliden und die systematische Stellung der Leptostraken* (*Arb. Inst. Wien*, t. VIII, *Pl. XI, fig.* 7). Pour Claus, les fibrilles musculaires passent entre les cellules épithéliales, ce qui n'est pas exact.

fibrilles sont résistantes, presque parallèles et ont la valeur de *tonofibrilles*. Je ne crois pas qu'elles soient chitinisées; en tous cas, dans la mue, elles persistent après le détachement de la chitine. Dans d'autres cas, les fibrilles sont plus minces, et peuvent même se dichotomiser. La cellule épithéliale reste normale; les noyaux même persistent, quoique souvent atrophiés; ils sont toujours interfilaires. La fibrillation, ici, n'est qu'une exagération de la différenciation qu'on observe dans les autres parties de l'épithélium non en rapport avec les muscles.

» L'épithélium cutané est limité intérieurement par une basale mince, qui n'est qu'une simple limitante, et n'est nullement chitinisée (comme Claus l'a observé chez *Branchipus* et *Artemia*). Au premier abord, la limitante basale semble se continuer très nettement au niveau du muscle, et, cependant, on voit très nettement chaque myofibrille se continuer directement par une tonofibrille.

» En examinant cette région de plus près, on voit que c'est au niveau des *disques minces* que se trouve la basale; d'une façon constante, le dernier disque obscur est à la même distance du dernier disque mince que de la basale; il est difficile de ne pas admettre que la basale n'est pas formée à ce niveau par les disques minces. Quel que soit l'état de contraction du muscle, la relation est la même. La différenciation du complexe histologique se fait donc au niveau du disque mince qui équivaut à la basale; c'est là que se fait la séparation entre la tonofibrille épithéliale, non contractile, et la myofibrille, contractile, et l'épithélium entier fonctionne comme un tendon non contractile ([1]).

» Nous retrouvons ici un cas de *métamérie protoplasmique*, suivant l'expression de M. Heidenhain (il serait mieux de dire *métamérie fibrillaire*), analogue à celui que ce dernier auteur vient d'étudier dans les lignes cimentantes d'Eberth ou membranes Z du muscle cardiaque ([2]). Là, comme chez *Nebalia*, ce sont les disques minces qui établissent la métamérie. Seulement, pour le muscle cardiaque, la séparation se fait sur le trajet d'une myofibrille, tandis que, dans mon observation, le disque mince sépare la myofibrille d'une tonofibrille. En tous cas, nous trouvons ici une parenté nouvelle entre des formations qui semblent aussi différentes que les disques minces des myofibrilles, c'est-à-dire des microsomes, et les limitantes cellulaires.

» Nous pouvons résumer ainsi les faits précédents :

» *a*. Chez *Nebalia*, il y a continuité de substance entre la tonofibrille épithéliale et la myofibrille;

([1]) Je n'ai pas la prétention de donner ces faits comme une règle générale: il y a peut-être là un cas particulier, car d'autres auteurs, Dubosq par exemple, voient la striation musculaire commencer à une certaine distance, très variable, de l'épithélium; mais, dans ce dernier cas, il serait intéressant de voir ce que sont devenus les derniers disques minces.

([2]) M. Heidenhain, *Ueber die Struktur des menschlichen Herzmuskels* (*Anat. Anz.*, t. XX, 1901, p. 33-78, 13 fig., 2 pl., et *Ergebn. Anat.*, t. X, 1901, p. 115-214)

» *b.* La séparation se fait au niveau des derniers disques minces, ceux-ci établissant une vraie limitation fonctionnelle sur le trajet de la fibrille ;

» *c.* Les derniers disques minces forment une membrane en continuité avec la basale de l'épithélium qui n'est pas interrompue ;

» *d.* L'épithélium entier fonctionne comme tendon du muscle. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Le rythme vital.* Note de MM. VASCHIDE et CL. VURPAS.

« A la suite de recherches entreprises sur les modalités de l'automatisme soit biologique, soit psychologique, il nous a paru que, lorsque la vie semblait soustraite à l'action des centres supérieurs, elle se manifestait suivant un rythme périodique de dynamogénie et de repos se succédant régulièrement.

» Nos recherches ont porté d'abord sur le système vaso-moteur. De courbes plétysmographiques obtenues lorsque l'action du cerveau semblait inactive ou diminuée, il semble résulter que, successivement et rythmiquement, se font suite des périodes, caractérisées par des états de constriction et de dilatation vasculaires, accompagnées de modifications concomitantes du pouls capillaire. Nos tracés ont été enregistrés dans divers états. Les uns ont été recueillis pendant le sommeil physiologique, d'autres ont été pris chez une hémiplégique du côté paralysé, le surlendemain de l'ictus; les autres ont été obtenus chez une alcoolique, quelques jours après la cessation des accidents toxiques. Nos tracés facilitent l'intelligence du problème, par ce fait de la présence de modifications typiques, survenant d'une façon exacte et continue. Il s'agit d'une physionomie toute particulière de l'état des vaso-moteurs qui, indépendamment des modifications physiologiques et psychologiques, paraissent évoluer selon leur manière d'être biologique.

» Le type respiratoire de Cheyne-Stokes, lorsque l'action du cerveau est suspendue, semble définitivement admis aujourd'hui. Nous l'avons d'ailleurs vérifié plusieurs fois, soit cliniquement à la suite de lésions traumatiques de l'encéphale (écrasement d'un hémisphère par un traumatisme cranien) et chez un anencéphale, soit expérimentalement dans des cas de compression cérébrale provoquée par l'injection de liquide dans la cavité ventriculaire chez des chats.

» Dans un cas d'anencéphalie, qu'il nous a été donné d'observer chez un enfant (¹) qui vécut 2 jours environ, le cœur battait par salves rythmiques périodiques.

» L'examen de l'état moteur chez certains aliénés nous a révélé, dans les divers groupes de la pathologie mentale (paralysie générale, démence, manie, stupeur, etc.), certains mouvements, gestes ou attitudes, certaines expressions mimiques, certains mots, certaines phrases, revenant périodiquement et rythmiquement, et traduisant le déséquilibre psychique, l'absence d'une coordination maîtresse de l'activité mentale. Voici, sous forme de Tableau, la périodicité observée dans la réapparition rythmique et successive des divers états psycho-musculaires enregistrés.

» *Démente.* — Attitude de défense, revenant toutes les 9 minutes.

» *Démente.* — Claquement des lèvres et de la bouche, revenant toutes les 30 secondes.

» *Paralytique générale.* — Répétition d'une même série de chiffres, revenant toutes les 2 minutes.

» *Délirante systématique.* — Geste de colère avec plainte, revenant toutes les 4 minutes.

» *Mélancolique anxieuse.* — Masque du pleurer, revenant toutes les 2 minutes.

» *Maniaque.* — Renversement de la paupière en dehors, avec grimace de la bouche, revenant toutes les 2 minutes.

» Le rythme et la périodicité semblent de la sorte traduire les manifestations rudimentaires de la vie biologique et mentale, lorsque les éléments qui la composent évoluent pour leur propre compte et semblent soustraits à l'action d'un centre coordinateur et régulateur. On peut rapprocher nos expériences des résultats si intéressants obtenus par MM. A. Broca et Ch. Richet sur la période réfractaire des centres nerveux (²) et de leur conception vraiment nouvelle de la vibration nerveuse. Nous avons d'ailleurs pu confirmer expérimentalement leurs résultats.

(¹) Vaschide et Vurpas, *Contribution à l'étude psycho-physiologique des actes vitaux en l'absence totale du cerveau chez un enfant* (*Comptes rendus*, séance du lundi 11 mars 1901, p. 641). — *La vie biologique d'un anencéphale* (*Revue générale des Sciences*, 1901, p. 373-381).

(²) André Broca et Ch. Richet, *Période réfractaire dans les centres nerveux* (*Archives de Physiologie*, 1897, p. 864-880).

» Le rythme et la périodicité seraient ainsi la caractéristique propre de la vie, de cet équilibre toujours instable, et seraient la traduction extérieure de ces deux qualités qui expriment la vie, à savoir la dynamogénie et le repos, se succédant périodiquement et rythmiquement. Les centres supérieurs auraient un rôle de coordinateur psycho-dynamique, réglant la machine vitale selon un équilibre plus stable, grâce à cette propriété supérieure et véritablement spécifique, réelle force active, qui est l'*inhibition*. »

M. **H.-L. Malécot** adresse une Note intitulée : « De l'équilibre du ballon libre et indépendant, réalisé à toute altitude, sans communications avec la surface terrestre ».

(Renvoi à la Commission de l'Aéronautique.)

M. **Cipriani** adresse une nouvelle Note relative aux volcans.

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide d'adjoindre à la Commission de l'Aéronautique MM. **Janssen**, **Bouquet de la Grye**, **Violle**.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 octobre 1902.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1905, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Général Bassot.)

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse, t. V, publiées sous la direction de M. B. Baillaud, Directeur de l'Observatoire. Toulouse, E. Privat; Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. B. Baillaud.)

Léonard de Vinci, peintre-ingénieur hydraulicien, par M. A. Ronna. Paris, Ph. Renouard, 1902; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

La Géologie générale, par Stanislas Meunier, avec 12 gravures dans le texte. Paris, Félix Alcan, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Recherches sur les aciers au nickel à haute teneur, par L. Dumas. (Présenté par M. H. Moissan.)

Les archiatres normands, par Louis Duval. Caen, imp. E. Lanier, 1901; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 78e année, 1902. Épinal, Ch. Hugenin; Paris, Aug. Goin, 1902; 1 vol. in-8°.

L'œuvre mathématique d'Ernest de Jonquières, par Gino Loria. (Extrait de *Bibliotheca matematica;* Folge III, Heft 3.) Leipzig, B.-G. Teubner, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Elenco delle pubblicazioni matematiche di Ernesto de Jonquières. (Extrait du *Bollettino di bibliografia e storia delle Scienze matematiche,* juillet-sept. 1902). Turin, G. Claussen; 1 fasc. in-8°.

Some investigations relating to the ocean currents in the sea between Norway, Scotland and Greenland, by C. Ryder. (Extrait de *The nautical-meteorological annual of the Danish meteorological Institute,* 1901.) 1 fasc. in-4°. (Transmis à l'Académie par M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, au nom de M. le Ministre des Affaires étrangères.)

Discurso leido en la Universidad central, en la solemne inauguracion del curso academico de 1902 *a* 1903, por el Doctor D. Blas Lazaro e Ibiza. Madrid, 1902; 1 fasc. in-8°.

Yearbook of the United States department of Agriculture, 1901. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Almanaque nautico para el ano 1904, *calculado de orden de la Superioridad, en el Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.* San Fernando, 1902; 1 vol. in-4°.

Anales de la Oficina meteorologica argentina, por su Director Gualterio G. Davis; t. XIV. Buenos-Ayres, 1901; 1 vol. in-4°.

Report of the chief of the Weather Bureau, 1900-1901 (in two volumes), Vol. I. Washington, 1901; 1 vol. in-4°.

Annuario publicado pelo Observatorio de Rio de Janeiro, para o anno de 1902; anno XVIII. Rio Janeiro, 1902; 1 vol. in-12.

Twenty-fifth anniversary of the American chemical Society; New-York city, april 1901. Easton, Pa., 1902; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 novembre 1902.

La carrière d'un navigateur, par Albert Ier, Prince de Monaco. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La fièvre quarte, étiologie, évolution, traitement, formes dissociées de l'accès quarte, par le Dr Émile Legrain. Paris, Maloine, 1902; 1 fasc. in-8°.

Célébration du centenaire de Michel Basilevitch Ostrogradski. Poltava, 1902; 1 fasc. in-8°.

On some phenomena which suggert a short period of solar and meteorological changes, by Sir Norman Lockyer and William J.-S. Lockyer. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* Vol. 70.) 1 fasc. in-8°.

Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord, dans la Rastesskaya et Kizelowskaya-Datcha (Gouvernement de Perm), par Louis Duparc et Francis Pearce; 1re Partie, avec 30 figures, 1 carte, 3 planches et 16 clichés dans le texte. Genève, W. Kündig et fils, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage des auteurs.)

Catalogue of Canadian plants; part VII : *Lichenes and Hepaticæ,* by John Macoun. Ottawa, 1902; 1 vol. in-8°.

Die Patina, ihre natürliche und künstliche Bildung auf Kupfer und dessen Legierungen, bearbeitet v. L. Danino u. E. Seitter. Vienne, A. Hartleben, 1903; 1 fasc. in-12.

Chronographical table for tabacco, by Dr Prof. O. Comes. Naples, 1900; 5 feuilles in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Archives italiennes de Biologie, revues, résumés, reproductions des travaux italiens, sous la direction de A. Mosso; t. XXXVIII, fasc. 1. Turin, 1902; 1 fasc. in-8°.

Quensland geographical journal, 17th session, 1901-1902; Vol. XVII. Brisbane, 1902; 1 vol. in-8°.

Mittheilungen der naturhistorischen Gesellschaft in Colmar; neue Folge, Bd. VI, Jahre 1901 und 1902. Colmar, Decker, 1902; 1 vol. in-8°.

Wiener Luftschiffer-Zeitung, herausgegeb. v. Victor Silberer; Jahrgang I, Num. 2, 3, 4, 9. Vienne, 1902; 4 fasc. in-4°. (*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 NOVEMBRE 1902.

PRÉSIDÉE PAR M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes uniformes définies par l'équation* $y'' = 6y^2 + x$. Note de M. **Paul Painlevé.**

« 1. Avant de développer quelques conséquences de l'*irréductibilité absolue* de l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{dz}{dx} = 6y^2 + x, \qquad \left(\frac{dy}{dx} = z\right),$$

je voudrais répondre brièvement à la dernière Communication de M. R. Liouville.

» M. Liouville pense que la question reste ouverte de savoir si l'équation (1) n'est pas *réductible* en un certain sens qu'il introduit, et il se propose de continuer ses recherches à ce sujet. Mais il se trompe : *cette question, comme toutes les questions analogues, est tranchée définitivement par ma Note du 27 octobre.* M. Liouville peut poursuivre ses calculs dans la voie qu'il tente ou dans toute autre voie : il ne saurait aboutir qu'à un résultat négatif.

» Mais il ne s'agit pas des recherches que M. Liouville compte faire. Il s'agit de celles qu'il a faites.

» Dans sa Note du 1er septembre 1902, M. Liouville a prétendu démontrer que *l'équation* (1) *est réductible à une équation linéaire du quatrième ordre,* ainsi d'ailleurs que toutes les équations nouvelles, à intégrale uniforme, que j'ai formées.

» Maintient-il cette affirmation ?

» Si oui, qu'entend-il exactement par là ?

» Quelque forme qu'il donne à sa proposition, *M. Liouville n'a le choix qu'entre un truisme* (*évident pour n'importe quelle équation différentielle*) *ou une erreur.*

» J'arrive maintenant à quelques propriétés de l'équation (1) qui découlent de son irréductibilité.

» 2. *De l'intégrale de l'équation* (1) *considérée comme fonction des constantes.* — Soient x_0, y_0, z_0 les valeurs initiales qui définissent une solution $y(x)$ de l'équation (1). J'ai montré [1] que $y(x)$ est le quotient de deux fontions *entières* H, K de x, x_0, y_0, z_0; ces fonctions sont représentables par des séries de *polynomes* en x, x_0, y_0, z_0, séries qui convergent pour toutes les valeurs des variables et dont les coefficients s'obtiennent par des dérivations successives effectuées sur (1). Une conséquence immédiate de ma dernière Communication, c'est que *la fonction y regardée comme fonction de y_0 seul* (*ou de z_0*) *ne vérifie aucune équation différentielle algébrique.* La même proposition s'applique à z, ainsi qu'aux fonctions entières H, K. Voici donc, introduites par la théorie même des équations différentielles, des fonctions *méromorphes* telles que $y=\varphi(y_0)$, ou *holomorphes*, telles que $H(y_0)$, qui, de même que la fonction Γ, sont « transcendentally transcendental », j'entends ne satisfont à aucune équation différentielle algébrique (d'ordre si élevé qu'elle soit). D'une façon plus précise encore, soit $y=\varphi(x, x_0, y_0, z_0)$, $z=\psi(x, x_0, y_0, z_0)$ l'intégrale générale de (1), où nous donnerons à x_0 une valeur numérique a : les fonctions y, z de x, y_0, z_0 vérifient le système

$$(2)\qquad \frac{\partial y}{\partial x}=z, \qquad \frac{\partial z}{\partial x}=6y^2+x, \qquad \frac{\partial y}{\partial y_0}\frac{\partial z}{\partial z_0}-\frac{\partial y}{\partial z_0}\frac{\partial z}{\partial y_0}=1.$$

» *Toute équation algébrique en* $x, y, z, \frac{\partial y}{\partial x}, \frac{\partial y}{\partial y_0}, \frac{\partial y}{\partial z_0}, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y_0}, \frac{\partial z}{\partial z_0}, \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}, \ldots,$ *analytique en* y_0, z_0, *que vérifient les fonctions*

$$y=\varphi(x, a, y_0, z_0), \qquad z=\psi(x, a, y_0, z_0),$$

est une conséquence des équations (2).

» Une conclusion analogue s'applique si l'on remplace y_0, z_0 par des constantes quelconques, liées analytiquement à y_0, z_0.

» 3. *De la représentation de $y(x)$ à l'aide de fonctions entières.* — Une intégrale quelconque $y(x)$ de (1) s'exprime (*loc. cit.*) à l'aide d'une fonc-

---

[1] *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXVIII, 1900, p. 48.

tion *entière* $\varkappa(x)$ sous la forme :

$$(3) \qquad y(x) = \frac{\varkappa'^2 - \varkappa\varkappa''}{\varkappa^2} = -\eta', \qquad \left[\eta = \frac{\varkappa'}{\varkappa}\right],$$

la fonction $\varkappa(x)$ vérifiant l'équation du troisième ordre :

$$\eta''^2 - 4\eta'^3 - 2x\eta' - 2\eta = 0, \qquad \left[\text{avec } \eta = \frac{\varkappa'}{\varkappa}\right].$$

» Le genre, le mode de croissance pour $x = \infty$ de la fonction $\varkappa$ sont aujourd'hui connus. Une solution $y(x)$ étant définie par des conditions initiales données x_0, y_0, z_0, si l'on se propose de la calculer dans un cercle donné avec une approximation donnée, on sait limiter le *nombre de termes* qu'il faut prendre dans la série entière qui représente $\varkappa$ pour que la formule (3) fasse connaître $y(x)$ avec l'exactitude imposée. L'intégration de l'équation (1) est donc ainsi effectuée d'une façon *parfaite* à l'aide de la fonction entière $\varkappa$. Mais il est naturel de se demander s'il n'existe pas de représentation analogue *plus simple*, j'entends une représentation *à l'aide d'une fonction entière que vérifie une équation différentielle d'ordre moindre que* 3. D'une façon précise, est-il possible d'exprimer $y(x)$ algébriquement à l'aide de x, $H(x)$, $H'(x)$, où $H(x)$ désigne une fonction entière qui vérifie une équation différentielle (algébrique) du deuxième ordre (au plus)? Je vais montrer que la chose est impossible.

» Tout d'abord on voit aisément que, *si une telle représentation existe*, l'équation que vérifie H ne peut être d'ordre moindre que 2, et ensuite qu'*une certaine expression algébrique* $A(x, y, z)$ *devient une fonction entière* A_1 *de x quand on y remplace y par une solution quelconque $y(x)$ de* (1) *et z par sa dérivée*. Une telle expression A ne peut être d'ailleurs qu'un *polynome* en y, z; autrement, la relation *algébrique* $S(x, y, z) = 0$, qui définit les singularités (critiques ou polaires) de A, serait une intégrale première particularisée de (1), ce qu'on sait impossible. Ceci posé, changeons, dans A, y en $\frac{Y}{\alpha^2}$ et z en $\frac{Z}{\alpha^3}$; A prend la forme

$$\frac{1}{\alpha^n}[A_n(x, Y, Z) + \alpha A_{n-1}(x, Y, Z) + \ldots],$$

A_n désignant un polynome en Y, Z qui se reproduit multiplié par $\frac{1}{\alpha^n}$ quand on y change Y en $\frac{Y}{\alpha^2}$ et Z en $\frac{Z}{\alpha^3}$. Je conviens d'appeler n l'*ordre* de A. Tous les polynomes en y, z d'ordre n sont des combinaisons linéaires (à coeffi-

cients arbitraires en x) d'un nombre fini q d'entre eux, soit $B_1, B_2, \ldots, B_q$.

» Si maintenant je fais le nouveau changement de variable $x = \alpha X + \beta$, l'équation (1) devient

$$(4) \qquad Y''_{X^2} = 6Y^2 + \alpha^4(\alpha X + \beta), \qquad Z = Y'_X,$$

et l'expression A prend la forme

$$\frac{1}{\alpha^n}[A_n(\beta, Y, Z) + \alpha(\ldots)].$$

» Par hypothèse, $A_n(\beta, Y, Z)$ doit être une fonction *entière* de X quand on y remplace Y et Z par $\wp(X, 0, h)$ et $\wp'(X, 0, h)$ et, par suite, doit se réduire à une constante; autrement dit, $A_n(\beta, Y, Z)$ est une intégrale première de l'équation (4) pour $\alpha = 0$, et (en vertu de son homogénéité spéciale) coïncide avec une expression de la forme

$$a(\beta)(Z^2 - 4Y^3)^m \qquad (n = 6m).$$

On voit ainsi que $A(x, y, z)$ peut s'écrire

$$A \equiv a(x)(z^2 - 4y^3)^m + B(x, y, z),$$

B étant d'ordre $(n-1)$ au plus. Si maintenant on calcule $\frac{dA_1}{dx}$, on trouve aussitôt

$$\frac{dA_1}{dx} = 2mzx\,a(x)(z^2 - 4y^3)^{m-1} + a'(x)(z^2 - 4y^3)^m + \frac{\partial B}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial x}z + \frac{\partial B}{\partial z}(6y^2 + x) \equiv A'(x, y, z),$$

A' étant un polynome en y, z d'ordre n au plus. Comme $\frac{dA_1}{dx}$ est holomorphe en même temps que A_1, on peut raisonner sur A' comme sur A, et ainsi de suite q fois. On forme ainsi $(q+1)$ équations dont les premiers membres sont $A_1, \frac{dA_1}{dx}, \ldots, \frac{d^qA_1}{dx^q}$, et dont les seconds membres sont de la forme : $a_1(x)B_1 + \ldots + a_q(x)B_q + a_{q+1}(x)$. En éliminant les B, on obtient une équation différentielle linéaire que vérifie $A_1(x)$, résultat absurde, car il entraîne presque immédiatement cette conséquence que $y(x)$ renfermerait algébriquement ses constantes. C. Q. F. D.

» Le raisonnement, à peine modifié, conduit même à ce théorème plus général : *Il est impossible d'exprimer l'intégrale générale $y(x)$ de* (1) *sous la forme $y = \chi\left(x, H, \frac{dH}{dx}\right)$, où χ désigne une fonction algébrique de* H, $\frac{dH}{dx}$,

analytique en x, et $H(x)$ *l'intégrale d'une équation du second ordre, algébrique en* H, H', H'', *analytique en x, et dont toutes les singularités (polaires ou autres) sont fixes.*

» *Parmi toutes les représentations possibles de $y(x)$ à l'aide de fonctions entières, la représentation qu'effectue la formule* (3) *à l'aide de la fonction z est donc la plus simple.* »

MÉCANIQUE. — *Sur les quasi-ondes.* Note de M. **P. Duhem.**

« On traite ordinairement la propagation des ondes dans un fluide parfait en supposant ou bien que le fluide est parfaitement conducteur de la chaleur, cas auquel le mouvement est isothermique, ou bien que le fluide est absolument dénué de conductibilité, cas auquel le mouvement est isentropique. Dans le premier cas, la vitesse de propagation est la vitesse V_N donnée par la formule de Newton; dans le second cas, la vitesse de propagation est la vitesse $V_N \frac{C}{c}$, donnée par la formule de Laplace. Dans l'air et les autres gaz qui, sans être dénués de conductibilité, sont fort peu conducteurs de la chaleur, l'expérience montre que la vitesse de propagation est très voisine de $V_N \frac{C}{c}$; cette conséquence de l'observation semble aisée à accorder avec la théorie incomplète donnée jusqu'ici.

» Des difficultés se présentent, au contraire, pour accorder les résultats de l'expérience avec ceux de la théorie *complète* de la propagation des ondes dans les fluides parfaits. Cette théorie complète, que nous avons donnée pour la première fois [1], conduit, en effet, aux propositions que voici :

» *Si le coefficient de conductibilité* K *est différent de* 0, QUELQUE PETITE QUE SOIT SA VALEUR, *les ondes se propagent avec la vitesse donnée par la formule de Newton; c'est seulement dans le cas où le coefficient de conductibilité* K *est* RIGOUREUSEMENT NUL *que la vitesse de propagation des ondes est donnée par la formule de Laplace.*

» Le coefficient de conductibilité de l'air et des autres gaz est très petit, mais il n'est pas nul. Les ondes s'y propagent donc avec une vitesse donnée

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXXXII, 3 juin 1901, p. 1303. — *Recherches sur l'Hydrodynamique,* 2e Partie, Chapitre IV (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse,* 2e série, t. IV; 1902).

par la formule de Newton, tandis que l'expérience semble indiquer qu'elles s'y propagent avec une vitesse donnée par la formule de Laplace. Il y a là une apparente contradiction qui doit être levée.

» On peut parvenir à la lever en étudiant la propagation des *quasi-ondes*.

» Considérons deux surfaces S_1, S_2 dont la distance ε est, partout, très petite; par un point M_1 de la surface S_1 menons à cette surface une normale qui rencontre en M_2 la surface S_2. Supposons que les valeurs f_1, f_2, prises en M_1, M_2, par une fonction $f(x, y, z)$ aient une différence de l'ordre de ε; mais qu'en passant du point M_1 au point M_2, l'une au moins des dérivées $\frac{\partial f}{\partial x}$, $\frac{\partial f}{\partial y}$, $\frac{\partial f}{\partial z}$ subisse une variation finie, très grande par rapport à ε; l'ensemble des surfaces S_1, S_2 formera, pour la fonction f, une *quasi-onde du premier ordre*.

» Une telle quasi-onde est soumise à deux lemmes analogues aux lemmes d'Hugoniot.

» Pour l'expérimentateur, une quasi-onde ne saurait être distinguée d'une onde. Il n'en est pas de même pour le théoricien.

» Une méthode analogue à celle que nous avons employée pour étudier les ondes proprement dites conduit, en effet, aux propositions suivantes :

» *Au sein d'un fluide parfait très peu conducteur, on peut observer :*

» 1° *Des quasi-ondes sensiblement transversales. Elles ne se propagent pas.*

» 2° *Des quasi-ondes sensiblement longitudinales. Celles-ci sont de deux sortes :*

» A. *Les unes ont une épaisseur* ε *du même ordre de grandeur que le coefficient de conductibilité* K; *leur vitesse de propagation est la vitesse* $V_N \frac{C}{c}$, *donnée par la formule de Laplace;*

» B. *Les autres ont une épaisseur* ε *très petite par rapport au coefficient de conductibilité* K; *leur vitesse de propagation est la vitesse* V_N, *donnée par la formule de Newton. Ces dernières ont pour limites les ondes proprement dites.*

» On voit que toute contradiction entre la théorie et l'expérience disparaîtra si l'on admet que l'observateur n'a jamais affaire ni à des ondes proprement dites, ni à des quasi-ondes d'épaisseur ε très faible par rapport au coefficient de conductibilité K. Mais il reste à expliquer pourquoi il en est ainsi. On y parvient en tenant compte de la viscosité très faible, mais non pas rigoureusement nulle, de l'air et des autres gaz.

» Tout d'abord la viscosité, si faible soit-elle, rend absolument impossible la propagation d'ondes proprement dites; mais en outre, *dans un*

fluide dont les coefficients de viscosité λ et μ sont très petits, une quasi-onde dont l'épaisseur ε est très petite par rapport à λ et μ ne peut se propager; les seules quasi-ondes qui puissent se propager sont celles dont l'épaisseur ε est du même ordre que λ et μ.

» La considération des quasi-ondes résout donc complètement la contradiction qui semblait exister entre l'expérience et la théorie.

» Cette considération conduit à une dernière remarque :

» Beaucoup d'esprits sont enclins à croire que toute action physique qui se propage, se propage nécessairement par ondes, avec une vitesse déterminée; ils répugnent à admettre que la propagation puisse, dans certains cas, dépendre de fonctions entièrement analytiques de x, y, z, t, sans ondes ni vitesse de propagation. Il est curieux de constater que la propagation du son dans l'air, qui semble l'exemple le plus simple d'une propagation par ondes, possédant une vitesse déterminée, n'est telle qu'en apparence et par approximation; qu'en réalité cette propagation se fait par fonctions entièrement analytiques, sans ondes et sans vitesse de propagation. »

PHYSIQUE. — *Observations et expériences complémentaires relatives à la détermination de la vitesse des rayons X. Sur la nature de ces rayons.* Note de M. R. **Blondlot.**

« I. Dans les expériences que j'ai décrites récemment (¹), il faut, pour que l'éclat de l'étincelle soit maximum, qu'il s'écoule entre le début de la décharge de l'excitateur et l'extinction du tube focus un temps égal à $\frac{133}{V}$ sec. Comme la longueur d'onde de l'excitateur est égale à 114^{cm}, cet intervalle de temps correspond à un peu plus de 3 élongations de l'excitateur. D'après la théorie que j'ai développée dans une Note antérieure, cela conduit à admettre que les trois premières élongations ont seules une amplitude notable. Il est intéressant de constater que cette conséquence est bien d'accord avec ce que l'on sait de l'amortissement dans les excitateurs.

» II. Lorsque l'on rapproche progressivement le tube focus de la coupure, à partir de la position qui donne le maximum d'étincelle jusqu'au tube lui-

(¹) R. Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 666 et p. 721.

même, on voit l'éclat de l'étincelle diminuer, passer par un minimum, puis augmenter. L'explication paraît être la suivante : quand le tube est très voisin de la coupure, celle-ci reçoit des rayons X extrêmement intenses, et alors la diminution de concordance dans le temps est compensée et au delà par l'intensité des radiations; de là une recrudescence d'action quand le tube est tout près et la production d'un minimum pour une distance un peu plus grande. Je me suis assuré que cette explication est mathématiquement possible; cet examen se fait aisément en portant en ordonnées les logarithmes des fonctions à étudier.

» III. Afin d'éviter les aigrettes, les fils de transmission étaient recouverts de gutta-percha et engainés dans des tubes de caoutchouc. Pour reconnaître si ce revêtement ne diminuait pas notablement la vitesse de propagation des ondes le long des fils électriques, j'ai comparé par une méthode d'interférences la vitesse de propagation de ces ondes le long de fils ainsi revêtus et le long de fils nus. La différence de ces vitesses s'est trouvée presque inappréciable, et, en tout cas, la perturbation qui en résulte ne peut causer une erreur relative de $\frac{1,5}{100}$ sur les résultats définitifs.

» Je vais encore décrire quelques expériences qui, tout en étant seulement qualitatives, ont cependant un certain intérêt comme variantes, et dont les résultats, prévus grâce à la théorie que j'ai exposée précédemment, en apportent une nouvelle confirmation.

» 1° Les fils de transmission étant engainés dans des tubes de caoutchouc à vide, on les a rapprochés et liés ensemble sur une longueur de 40^{cm}; la vitesse de la propagation des ondes devait être diminuée, puisqu'elle avait lieu principalement dans le caoutchouc : la position du tube donnant le maximum s'est, en effet, rapprochée de 11^{cm} ou 12^{cm}.

» 2° Un condensateur formé de deux plaques de clinquant d'environ 100^{cm^2} de surface, séparées par une lame d'ébonite de $0^{cm},8$ d'épaisseur, fut placé en dérivation sur la ligne de transmission; cette fois, le retard devait être encore plus grand, et, en effet, on constata que le maximum avait disparu et que l'étincelle diminuait constamment d'éclat à mesure que l'on éloignait le tube.

» 3° Les fils de transmission, longs primitivement de 80^{cm}, ayant été allongés de 57^{cm}, longueur supérieure de 4^{cm} à la distance de la coupure à la position du tube qui donne le maximum dans le cas de fils de 80^{cm}, on constata que l'étincelle diminuait constamment lorsqu'on éloignait le tube.

» 4° La longueur totale des fils étant réduite à 64^{cm}, l'étincelle augmentait au contraire au fur et à mesure que l'on éloignait le tube, à partir de la position donnant le minimum, jusqu'à ce que les fils fussent tendus. Même résultat avec des fils plus courts.

» Toutes ces observations sont bien conformes aux prévisions.

» En terminant l'exposé de ces recherches sur la vitesse de propagation des rayons X, j'adresse mes remercîments à M. Virtz, mécanicien à la Faculté des Sciences de Nancy, qui a répété avec le plus grand soin toutes les expériences, et, en particulier, les déterminations si délicates des distances du tube qui donnent à l'étincelle le maximum d'éclat [1].

» Il résulte immédiatement de l'égalité des vitesses de propagation des rayons X et de la lumière dans l'air que les rayons X doivent être rapprochés des radiations spectrales. Des hypothèses qui ont été émises relativement à leur nature, deux seulement peuvent subsister : 1° celle qui les considère comme des radiations de très petites longueurs d'onde; 2° la théorie proposée par E. Wiechert [2] et par Sir George Stokes [3] et dont voici le principe : les rayons Röntgen consistent en une succession de pulsations indépendantes partant des points où les molécules projetées de la cathode rencontrent l'anticathode, et commencent à l'instant même de cette rencontre; ces pulsations sont transversales et se propagent dans l'éther comme les vibrations de la lumière et avec la même vitesse. Ce qui distingue les rayons Röntgen des radiations spectrales, c'est qu'ils consistent, non en vibrations continues de l'éther, mais en pulsations isolées extrêmement brèves. Sir George Stokes a développé cette théorie dans une Conférence à la « Manchester litterary and philosophical Society [4] ». De cette Conférence j'extrais le passage suivant : « Supposons qu'une pluie » de molécules tombe sur l'anticathode et que, après avoir duré quelque » temps, elle cesse brusquement. Suivant les vues que je viens d'exposer » sur la nature des rayons Röntgen, ces rayons commencent à prendre » naissance en même temps que la pluie de molécules, continuent à se

(1) Je publierai ailleurs une série d'indications relatives à l'exécution de ces expériences, afin d'épargner aux personnes désireuses de les répéter les longs tâtonnements après lesquels seulement j'ai pu obtenir des résultats bien visibles et certains.

(2) *Abh. der phys.-œkon. Gesellschaft zu Königsberg* et *Wied. Ann.*, Bd. 59, 1896.

(3) *Proceedings of the Cambridge phil. Soc.*, t. IX, 1896, p. 215.

(4) *Memoirs and Proceedings of the Manchester lit. and philosophical Society*, t. XLI, 1897.

» produire tant que celle-ci dure et cessent en même temps qu'elle ». Comme, d'autre part, les rayons cathodiques ont la même durée que le courant qui traverse le tube de Crookes, puisqu'ils forment eux-mêmes un segment de ce courant, il s'ensuit que les rayons X doivent s'éteindre dès que la décharge a cessé dans le tube. Or, c'est précisément ce que j'ai constaté (¹).

» Dans la même Conférence, Sir George Stokes montre que son hypothèse fournit l'explication des propriétés caractéristiques des rayons X : absence de réflexion et de réfraction, etc.

» M. A. Sommerfeld a fondé sur cette hypothèse une théorie de la diffraction des rayons X qui rend compte des curieuses expériences de MM. Haga et Wind relatives à cette diffraction (²).

» Enfin, en partant des mêmes idées, le professeur J.-J. Thomson a relié théoriquement les rayons cathodiques et les rayons Röntgen (³).

» En résumé, l'hypothèse de E. Wiechert et Sir George Stokes rend compte de tous les faits connus jusqu'à présent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur le climat de Toulouse de 1863 à 1900.* Note de M. B. **Baillaud.**

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du Tome V des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, consacré à une *Étude du climat de Toulouse*, que j'ai récemment terminée avec le concours de calculateurs auxiliaires, et qui résume les observations météorologiques faites à l'Observatoire de Toulouse de 1863 à 1900. Je demande la permission de communiquer ici les résultats principaux.

» Je me bornerai aux moyennes générales relatives aux divers mois de l'année.

Baromètre.

Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
747,6	47,0	44,0	43,7	44,4	46,1	46,4	46,1	46,4	45,1	45,9	47,0	45,81

Thermomètre.

4°,9	6,6	8,5	11,9	15,5	19,1	21,7	21,5	18,7	13,4	8,7	5,2	12,96

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 669.

(²) *Zeitschrift für Math. u. Physik*, Bd. 46, 1901, p. 11.

(³) *Phil. Mag.*, 5ᵉ série, t. XLV, 1898, p. 172.

Hygromètre.

88	82	74	71	69	67	63	63	69	77	85	89	74,6

Hauteur de pluie (en millimètres).

45	40	48	72	70	80	41	46	47	56	50	45	623

Nombre de jours pluvieux.

10	9	12	13	12	11	8	8	9	12	11	11	125

» Les vents dominants sont : Sud-Est (vent d'autan), Ouest, Nord-Ouest. Ces trois directions moyennes sont à peu près d'égale fréquence et chacune d'elles se présente aussi souvent que l'ensemble des cinq autres directions de la rose des vents.

» Il y a, sans doute, intérêt à donner ici quelques renseignements sur la suite des observations météorologiques faites à l'Observatoire de Toulouse.

» Ces observations, commencées en 1839 par Frédéric Petit, correspondant de l'Académie, fondateur et premier directeur de l'Observatoire, ont été poursuivies par lui jusqu'à sa mort, en 1866. La hauteur de la cuvette du baromètre au-dessus du niveau de la mer a été, depuis cette époque, 194^m. Jusqu'en 1880, l'abri météorologique fut établi à 6^m au nord du bâtiment principal de l'Observatoire.

» Après 1866, les observations furent continuées pendant quelques mois par Despeyrous, puis jusqu'au 30 novembre 1870 par Daguin. Les observations faites de 1863 à 1870 n'avaient pas jusqu'ici été publiées régulièrement.

» A la suite de la démission de Daguin, l'Observatoire de Toulouse fut sans directeur du 1er décembre 1870 au 1er juin 1873. L'Académie sait comment, grâce aux efforts de plusieurs de ses membres les plus illustres et de la municipalité de Toulouse, cet Observatoire fut reconstitué sous la direction de Félix Tisserand, auquel j'ai eu l'honneur de succéder le 1er octobre 1878.

» Les observations météorologiques réorganisées par Tisserand et reprises le 1er juin 1873 ont été, depuis, continuées sans interruption.

Le développement progressif de l'Observatoire a cependant rendu nécessaires, à diverses dates, des changements dans les heures des observations et des déplacements de l'abri météorologique. Les études minutieuses auxquelles je me suis livré m'ont montré que ces changements ont été sans

inconvénients sérieux. Ils ont été, au reste, inévitables. Notamment l'abri météorologique a été transporté en 1880 dans la partie nord du jardin, à 25^m du bâtiment principal, et, en 1895, à la suite d'un agrandissement considérable du terrain de l'Observatoire, vers l'est, au milieu d'une pelouse de 40^m de côté.

» Depuis 1880, la station météorologique a été pourvue d'instruments enregistreurs qui ont fonctionné d'une manière à peu près satisfaisante pendant les dix premières années et de la façon la plus régulière, depuis. Les graphiques fournis par ces instruments, ont permis de compléter, à l'occasion, les lacunes qu'ont pu, accidentellement, offrir les observations trihoraires. Il m'a été impossible, en l'état du personnel et du budget de l'Observatoire, de les utiliser plus complètement dans mon étude du climat.

» Les observations, depuis 1873, ont été faites par les astronomes de l'Observatoire : MM. Perrotin, Jean, Bigourdan, Saint-Blancat, Fabre, Rey, Andoyer, Cosserat, Bourget, Montangerand, Rossard, Besson et par divers auxiliaires. Les astronomes dont je viens de citer les noms ont été trop absorbés par leurs travaux astronomiques pour qu'il fût possible de leur demander le relevé des graphiques des instruments enregistreurs. Ce travail sera fait dès que les ressources de l'Observatoire le permettront.

» Petit a publié, en 1866, un volume d'Annales renfermant, avec divers travaux astronomiques, une *étude du climat*, résumant les observations faites par lui de 1839 à 1862. Cette étude et le travail dont j'ai l'honneur d'entretenir aujourd'hui l'Académie, conduit d'après le même plan, forment un ensemble à peu près homogène comprenant une période de soixante années. Le même travail sera désormais continué d'année en année, en la même forme, et publié chaque année dans le *Bulletin de la Commission météorologique de la Haute-Garonne*, dont M. Mascart m'a fait l'honneur de présenter, au mois de juin dernier, le premier fascicule à l'Académie. »

M. **Haton de la Goupillière**, à propos de la Communication faite par M. *Gréhant* dans la dernière séance, présente les observations suivantes :

« L'Académie a entendu, dans la séance du 3 novembre dernier, une lecture de l'un des savants professeurs dont elle apprécie le talent, M. Gréhant, sur des analyses d'échantillons d'air grisouteux recueillis dans une mine de houille. Ce travail doit conserver aux yeux de l'Académie

tout son mérite scientifique; mais nous croyons devoir rassurer l'auteur, en même temps que nos Confrères, sur la portée administrative qu'il entrevoit à l'occasion des résultats révélés par ses essais.

» Nous nous garderons bien de lui demander le nom d'une exploitation qui semble aussi gravement en opposition avec les dispositions réglementaires; car le Règlement type préparé, dès 1895, par une Commission spéciale, adopté après délibération par le Conseil général des Mines, et successivement mis en application par des arrêtés préfectoraux dans toutes les houillères qui paraissent le réclamer, ne tolère au maximum, par son article 96, que 1 à $1\frac{1}{2}$ pour 100 de grisou dans les traçages, et $\frac{1}{2}$ à 1 pour 100 dans tous les autres courants d'air.

» En outre son article 98 va au-devant du désir exprimé *in fine* par l'auteur de la Communication, car il prescrit des analyses quotidiennes dans les mines franchement grisouteuses, et hebdomadaires dans les houillères faiblement contaminées. Il ajoute, pour arriver à ce résultat, que toute mine à grisou doit avoir au moins deux indicateurs grisoumétriques et un appareil de dosage.

» Les résultats tout à fait excessifs qui se trouvent cités dans la Note en question n'incriminent pas du reste d'une manière absolument nécessaire la houillère qui a été le théâtre des prises d'essai, si celles-ci n'ont pas été faites avec tous les soins indispensables: car dans une cloche, dans le remous du chapeau d'un boisage, il peut se trouver accidentellement de petites poches abusivement contaminées. Mais le devoir étroit de l'exploitant est de s'attacher scrupuleusement à les faire immédiatement disparaître avec les précautions voulues (articles 102 et 105) dès que l'attention s'y trouve portée. »

M. Zeiller fait hommage à l'Académie, en son nom personnel et au nom de M. Michel Lévy, directeur du Service des topographies souterraines, de l'Atlas de la *Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin*, qu'il vient de publier dans la série des *Études* préparées par ce Service, et à l'exécution duquel le Gouvernement de l'Indo-Chine a bien voulu contribuer. Il espère pouvoir d'ici peu de mois présenter à l'Académie le texte du même ouvrage, actuellement à l'impression.

Il ajoute qu'il a réuni dans cet Atlas, composé de 56 planches phototypiques in-4°, les figures de toutes les espèces recueillies jusqu'ici dans les gîtes charbonneux du Tonkin, ainsi que dans les gîtes similaires du sud

de la Chine explorés par M. l'Ingénieur en chef des Mines Leclère. L'étude de ces espèces lui a permis de classer définitivement dans l'étage rhétien la formation des dépôts de charbon du bas Tonkin ainsi de la plupart de ceux du sud de la Chine, notamment du gisement de Taï-Pin-Tchang, au nord du Yun-Nan, tandis que les charbons de Yen-Baï, sur le haut fleuve Rouge, doivent être rapportés à la période tertiaire.

M. **Zeiller** fait également hommage à l'Académie d'une Note qu'il vient, sur la demande de M. Vidal, l'éminent géologue de Barcelone, de faire paraître, en espagnol et en français, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Barcelone sous le titre : « Sobre algunas impresiones vegetales del Kimeridgense de Santa Maria de Meya. — Sur quelques empreintes végétales du Kimméridien de Santa Maria de Meya, province de Lérida ».

M. H. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé : *La Science et l'Hypothèse,* où il a exposé ses idées sur la méthode des Sciences mathématiques et celle des Sciences physiques.

M. le Dr **Zambaco-Pacha**, Correspondant, fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Lannelongue, d'une brochure intitulée : « Les monuments mégalithiques de l'Armorique et leurs sculptures lapidaires ». (Extrait de la *Revue d'Europe*.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** transmet à l'Académie une Lettre adressée, de Sydney, à M. le Ministre des Affaires étrangères, et contenant des documents relatifs à un tremblement de terre d'une certaine violence, qui s'est produit dans l'État de South Australia le 19 septembre dernier.

D'après la presse locale, les oscillations se seraient propagées sur une étendue considérable; le choc aurait été ressenti dans 24 villes de cet État. C'est dans la capitale, Adélaïde, et aux environs, que le phénomène aurait atteint son maximum d'intensité; le phare de la pointe de Trou-

bridge, en face de la ville, s'est écroulé et a dû être remplacé par un feu provisoire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'état actuel du volcan de la Montagne Pelée, à la Martinique.* Extrait d'une Lettre de M. **A. Lacroix** à M. Michel Lévy.

« ... Nous avons délimité la zone de dévastation du côté du sud-est, de l'est et du nord. En partant du Morne Rouge, elle va rejoindre la rivière Capot, ne dépasse que fort peu sa rive droite, avec, cependant, une petite avancée au Fond-Capot, puis s'incline vers le nord-ouest, passe à environ 200^m au sud de l'Ajoupa-Bouillon, en laissant intacte la partie principale de ce bourg, puis enfin suit de loin la côte, en laissant sur le bord de celle-ci une zone intacte de 2^{km} à 3^{km}. Dans cette zone, la végétation est restée extrêmement verte, et seules les habitations situées à l'embouchure des rivières ont eu à souffrir des débordements. Les atterrissements ont été assez considérables pour remblayer le long de la Basse-Pointe (bords de la rivière) jusqu'au toit des maisons, et pour nous permettre de suivre à cheval sur le bord de la mer, le long des falaises abruptes, la côte entre Macouba et Grande-Rivière, où l'on ne passait pas jadis, au moins facilement. Quant aux effondrements de la côte près de Basse-Pointe, quant à la soi-disant crevasse qui se serait ouverte près de ce village et aurait tout brûlé, quant au cratère de l'Ajoupa-Bouillon dont on a parlé au lendemain du 30 août, rien de tout cela n'existe. Il y a en haut de la rivière Falaise de petites fumerolles faiblement actives, et peut-être y en a-t-il eu sur la montagne à la source de la rivière de la Basse-Pointe; je vous parlerai de cela dans une prochaine lettre.

» Nous avons fait l'ascension du sommet du cratère, en partant de l'habitation Assier (côté nord-est). Pris, comme toujours, par le brouillard à 100^m du sommet, nous avons trouvé le lac des Palmistes dans le même état qu'au mois de juin : il est rempli de cendres avec quelques grosses bombes. De nombreuses rigoles le sillonnent, se déversant vers toutes les rivières de la côte est; leur coupe montre des lapillis de toute dimension avec des enduits de soufre et des croûtes d'alunogène. La température n'y dépasse pas 70° C., par places, et ce n'est qu'au moment de la pluie que l'on voit s'en échapper un peu de vapeur d'eau.

» Nous sommes arrivés facilement jusqu'au bord du cratère; nous étions dans un épais brouillard, nous empêchant de rien voir, mais des vapeurs

suffocantes d'acide sulfureux parvenaient, par moments, jusqu'à nous, nous forçant à reculer, et un bruit vraiment infernal se produisait de tous côtés devant nous; nous distinguions, sans pouvoir préciser, des détonations accompagnées d'éboulements de pierres, rendant un son comparable à celui de bris de verre. Nous commencions à nous désespérer, lorsqu'une pluie torrentielle s'est produite; un éclair éblouissant descendant verticalement sur le bord du cratère, accompagné par un coup de tonnerre, nous a pendant quelques secondes arrêtés; nous nous demandions si ce n'était pas une explosion du volcan; ce n'était heureusement que de l'orage. Le ciel s'est alors découvert et nous avons eu le spectacle le plus impressionnant que l'on puisse imaginer. Le cratère était entièrement découvert et devant nous, à 100^m à peine et nous dominant de plus de 50^m, se dressait un cône, *entièrement constitué par des roches solides*. Celles-ci sont extraordinairement fendillées, toutes les fissures laissent échapper soit tranquillement, soit par explosion, des bouffées de vapeurs blanches ou des fumées bleuâtres d'acide sulfureux; ce sont ces explosions qui déterminent les éboulements dont le bruit nous assourdissait. Les quartiers de rochers qui dégringolent ainsi vont peu à peu obstruer la rainure que l'on observe entre ce cône et les parois verticales du cratère. J'estime qu'actuellement cette rainure n'est pas à plus de 150^m du sommet du cratère. Celui-ci a probablement 600^m à 800^m de grand diamètre.

» Ce cône n'a certainement pas de cheminée centrale; quand il y a peu de vent, toutes les fumerolles qui sortent de ses flancs s'élèvent verticalement et donnent l'illusion d'un panache terminal. Quant aux grosses colonnes de vapeur qui montent parfois à plusieurs kilomètres de hauteur, celles que nous avons vues partaient surtout de la rainure du cratère; par moments, elles nous cachaient entièrement cône et cratère qui, de temps en temps, apparaissaient en tout ou partie donnant à ce paysage un aspect vraiment fantastique.

» Après 3 heures d'observation, le brouillard est devenu permanent et nous avons eu quelque peine à retrouver notre route pour descendre; inutile de vous dire que le nègre que nous avions amené comme porteur avait énergiquement refusé d'avancer sur le sommet et décampé dès que nous avons eu le dos tourné. Nous avons pu reconnaître les points où nous étions arrivés lors des quatre ascensions de notre dernier voyage; nous étions arrivés au but sans en être sûrs et sans voir grand'chose. Je ne puis donc savoir quel a été l'accroissement du cône central qui, pendant toute notre précédente mission, ne s'est jamais montré à nous que couvert au

sommet; les habitants des revers sud et est de la montagne, que nous avons interrogés, sont très affirmatifs pour assurer que ce cône n'était pas visible, au commencement d'août, de la région qu'ils habitaient, alors que maintenant, comme nous l'avons constaté nous-mêmes, il se distingue nettement. Ils assurent qu'ils l'ont vu changer de forme depuis cette époque. J'ai pris mes dispositions pour entreprendre dès à présent des mesures qui permettront de suivre toutes les variations de ce cône. Il se présente actuellement très irrégulier, allongé dans la direction du NNO, terminé par des aiguilles extrêmement aiguës; et à ce propos je dois faire une rectification à notre premier Rapport. Nous avons dit que nous avions vu un jour à travers les nuages apparaître un sommet déchiqueté d'une altitude de 1353^{m} que nous avons pris pour un reste du Morne La Croix; cela était inexact, et ce sommet appartenait certainement au cône en question. En faisant le tour du cratère, nous avons constaté que, du côté nord-est, le point le plus élevé est actuellement le petit rocher d'andésite, de 1270^{m} d'altitude, dont nous avons parlé dans le même rapport; si donc l'indication 1350^{m} portée sur la Carte pour le Morne La Croix était exacte, il s'est écroulé en partie et n'est plus le point culminant de la montagne; celui-ci (cône à part) serait formé par une arête dominant Macouba et dont je déterminerai l'altitude précise à ma prochaine ascension.

» Nous avons fait ensuite une ascension de la montagne par la rivière Blanche; l'heure du courrier me presse, je vous écrirai à ce sujet par le courrier français qui part dans quelques jours; je me contente de vous signaler que l'échancrure qui s'ouvrait au devant du cratère, du côté du sud-ouest, au-dessus de la rivière Blanche, s'est agrandie d'une façon extraordinaire le 30 août : elle permet maintenant, au talus d'éboulis qui se trouve à la base du cône, de descendre librement dans la vallée de la rivière Blanche. L'énorme quantité de matériaux anciens qui a ainsi sauté, jointe aux cendres de l'éruption du 30 août et aux débris du cône, a considérablement modifié la topographie de la vallée de la rivière Blanche, dont toute la partie inférieure a été remblayée. Presque toutes les traces des éruptions antérieures y ont maintenant disparu jusqu'à 2^{km} de la côte; la petite plage sur laquelle nous débarquions en fin de juillet est aujourd'hui remplacée par une falaise d'une quinzaine de mètres de hauteur, minée d'ailleurs par l'action de la mer. Aucune fumerolle ne fonctionnait activement ces jours-ci dans la vallée de la rivière Blanche. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La pesanteur le long du parallèle moyen.* Note de M. J. COLLET, présentée par M. Lœwy.

« Depuis près de dix années j'ai entrepris, avec le concours de Mme Collet, une étude méthodique de la pesanteur le long du parallèle moyen. J'ai déjà adressé à l'Académie plusieurs Notes sur ce sujet (1). Je me propose actuellement de résumer, dans leur ensemble, les résultats obtenus. Cette publication, qui aurait pu être faite plus tôt, a été retardée, d'abord par des recherches que j'ai dû faire sur l'évaluation de l'*attraction topographique*, sensible en plusieurs stations; puis par des expériences de contrôle sur l'invariabilité du pendule; enfin par une revision générale de toutes les expériences et de tous les calculs. Comme conséquence de ces opérations multiples, j'ai dû apporter quelques très légères modifications aux résultats antérieurement publiés.

» Je rappelle que j'ai procédé par *déterminations relatives* de la pesanteur, suivant la méthode Defforges, en prenant Paris (Observatoire) comme station de départ. J'ai ainsi relié mes opérations à celles du Service géographique de l'Armée. Marseille m'a fourni, d'autre part, une vérification précieuse, en me permettant de retrouver une valeur de g concordante avec celle que le commandant Defforges y avait obtenue.

» Le long du parallèle moyen qui, de l'Océan à Turin, traverse les régions les plus diverses, avec de très grandes altitudes, j'ai choisi dix stations caractéristiques. On a donc opéré, en somme, en douze stations, et plusieurs fois dans certaines d'entre elles.

» Je ne m'occuperai aujourd'hui que de la partie des observations qui concerne la *durée des oscillations pendulaires*, et de la recherche de leur *degré de précision*.

Tableau des observations de la durée d'une oscillation pendulaire (2).

		T.	T — T'.	τ_θ.	θ.	τ_{15}.
Paris.............	1893	0,7112112	1041	0,7113659	17°,28	0,7113511
Paris.............	1901	1688	1082	3294	11,29	3535

(1) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 634; t. CXXII, p. 1265; t. CXXIV, p. 1088; t. CXXX, p. 642; t. CXXXI, p. 654 et p. 742.

(2) Dans ce Tableau : T désigne la durée moyenne, en secondes sidérales, déduite des quatre séries d'observations faites, le poids lourd en bas, PLB; T' la durée ana-

		T.	T — T'.	τ_θ.	θ.	τ_{15}.
Marseille	1894	0,7113482	1032	0,7115017	12°,62	0,7115172
Cap Ferret	1895	3858	965	5290	25,175	4629
Bordeaux	1894	3374	1054	4941	15,28	4923
Aurillac	1895	4026	985	5491	19,62	5191
St-Pierre-le-Chastel	1895	3650	1062	5229	16,80	5112
Saint-Agrève	1898	4172	1067	5759	18,05	5561
Saint-Agrève	1899	4149	1066	5734	17,62	5564
Valence	1893	3752	1018	5267	50,59	4903
Grenoble	1894	3474	1024	4997	14,69	5017
Grenoble	1897	3972	994	5450	22,26	4978
La Bérarde	1893	5064	1032	6599	17,59	6431
Le Lautaret	1899	4718	1097	6349	9,59	6701
Turin	1896	3046	1075	4645	9,30	50155

» En partant de la formule Defforges $T - T' = \Delta - \beta\theta$, on peut déterminer le degré de précision des résultats obtenus. En posant $a = \theta$, $b = 1$, $c = T - T'$, $x = -\beta$, $y = \Delta$, on aura 14 équations

(1) $$ax + by - c = 0,$$

qui, résolues par la méthode des moindres carrés, donneront

(2) $$\begin{cases} x = -\beta = -6,70; \\ y = \Delta = 1150; \end{cases}$$

et

(3) $$T - T' = 1150 - 6,70\theta.$$

L'*erreur moyenne* des déterminations de $T - T'$ sera $e = 24$; et, pour les erreurs moyennes de x et de y, on aura, suivant des notations usuelles, $e_x = e\sqrt{Q}$, $e_y = e\sqrt{Q'_1}$, où $Q = 0,003497$ et $Q'_1 = 1,008$; d'où $e_x = 1,416$, $e_y = 24,19$.

» Enfin l'erreur moyenne e_1 de $T - T'$ sera

$$e_1 = \sqrt{a^2 e_x^2 + e_y^2} = e\sqrt{\theta^2 Q + Q'_1} > e.$$

Pour $\theta = 20°$, on a $e_1 = e \times 1,55$.

» On voit par là que l'ensemble des valeurs observées pour $T - T'$ est

---

logue PLH; τ_θ la durée d'oscillation, à 0°, du pendule simple d'une longueur égale à la distance des couteaux; et τ_{15} cette durée réduite à 15°.

nettement préférable à l'ensemble des valeurs calculées. C'est pourquoi, dans le calcul des valeurs de τ_0 par la formule

$$(4) \qquad \tau = T + \frac{h'}{h-h'}(T - T'),$$

dans laquelle h et h' sont les distances du centre de gravité du pendule aux arêtes des couteaux, on a conservé les valeurs de $T - T'$ fournies par l'observation, au lieu de faire leur *nivellement* à l'aide de la formule (3).

» Cette formule peut être cependant très utile dans certains cas, et nous l'avons employée, en particulier, pour le calcul de τ à La Bérarde. Ayant constaté une anomalie manifeste dans une série PLH, nous n'avons retenu de l'expérience que la valeur de T, et c'est la valeur de $T - T'$, calculée à l'aide de la formule (3), qui figure dans notre Tableau.

» Pour T et T', en remarquant que les poids de ces déterminations sont à peu près dans le rapport de 6 à 5, on aura les valeurs probables $T + \frac{5}{11}e$ et $T' - \frac{6}{11}e$; d'où, pour l'erreur de τ,

$$\Delta\tau = \left(\frac{5}{11} + \frac{h'}{h-h'}\right)e = 1,94e = 46,56 \qquad \left(\frac{h'}{h-h'} = 1,487\right).$$

L'erreur correspondante, pour la valeur de g, sera $\Delta g = 0,00013$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les substitutions crémoniennes dans l'espace.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Dans la présente Communication, je me propose de continuer les recherches commencées dans la troisième Partie (Substitutions crémoniennes) de mon travail *Sur les formes quaternaires à deux séries de variables. — Applications à la Géométrie et au Calcul intégral*, inséré dans le Recueil des *Mémoires couronnés* et *Mémoires des savants étrangers* publiés (T. LIX, 1901) par l'Académie royale des Sciences de Belgique.

» Ce n'est du reste que l'extension à l'espace des théories données, pour la Géométrie plane, dans des Mémoires déjà anciens, publiés au *Journal de Mathématiques*, savoir :

» 1887. *Recherches sur les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe des substitutions linéaires de contact.*

» 1888. *Recherches sur les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe quadratique crémonien* :

» Premier Mémoire : *Étude d'une substitution crémonienne isolée.*

» Deuxième Mémoire : *Multiplication des crémoniennes; groupes quadratiques; groupe directeur.*

» Conservons toutes les définitions et notations de mon Mémoire de Belgique, notamment ce qui est relatif à l'*élément*, à l'*élément-image*, aux *variétés primordiales*, etc.

» Prenons z_i et w_i ($i = 1, 2, 3, 4$) des coordonnées-points et coordonnées-plans courantes, avec $\Sigma wz = 0$, et considérons une crémonienne

$$\sigma = \begin{vmatrix} z_i & \varphi_i \begin{pmatrix} m & m' \\ z & w \end{pmatrix} \\ w_i & \psi_i \begin{pmatrix} n & n' \\ z & w \end{pmatrix} \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} m & m' & \vert & p & p' \\ n & n' & \vert & q & q' \end{pmatrix},$$

$$\sigma^{-1} = \begin{vmatrix} z_i & \theta_i \begin{pmatrix} p & p' \\ z & w \end{pmatrix} \\ w_i & \chi_i \begin{pmatrix} q & q' \\ z & w \end{pmatrix} \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} p & p' & \vert & m & m' \\ q & q' & \vert & n & n' \end{pmatrix},$$

les huit entiers non négatifs $m, \ldots, q'$ désignant les dimensions auxquelles figurent les variables z_i ou w_i dans les formes biquaternaires φ, ψ, θ et χ.

» Au Mémoire, on a exposé les propriétés générales des crémoniennes. On passera maintenant à la construction effective des crémoniennes d'un type

$$\begin{pmatrix} m & m' & \vert & p & p' \\ n & n' & \vert & q & q' \end{pmatrix}$$

donné.

» On ne considérera bien entendu pas comme distinctes les crémoniennes obtenues en multipliant une crémonienne donnée, devant ou derrière, par des collinéations quelconques, avec ou sans intervention de la dualité (transformation par polaires réciproques, par rapport à une quadrique).

» Reprenant et achevant une discussion entamée aux Chapitres VIII et IX du Mémoire (troisième Partie), j'ai construit toutes les crémoniennes qui possèdent la propriété suivante :

» Entre une série de coordonnées x_i ou u_i de l'élément (x, u) et une série de coordonnées y_i ou v_i de l'élément-image (y, v) existent deux et seulement deux relations distinctes, obtenues en annulant deux formes biquaternaires bilinéaires.

» On trouve la crémonienne unique

$$s = s^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & | & 1 & 1 \\ 1 & 1 & | & 1 & 1 \end{pmatrix} = \left| \begin{matrix} z_1 & -z_1 w_3 \\ z_2 & -z_1 w_2 \\ z_3 & z_2 w_2 + z_3 w_3 \\ z_4 & z_4 w_3 \\ w_1 & z_3 w_3 + z_4 w_4 \\ w_2 & z_2 w_3 \\ w_3 & z_1 w_3 \\ w_4 & z_1 w_4 \end{matrix} \right| .$$

» Théorème. — *La crémonienne s est le seul représentant des types*

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & | & 1 & 1 \\ . & . & | & . & . \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} . & . & | & . & . \\ 1 & 1 & | & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & | & . & . \\ . & . & | & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{ou} \quad \begin{pmatrix} . & . & | & 1 & 1 \\ 1 & 1 & | & . & . \end{pmatrix}.$$

» Une dernière observation n'est pas inopportune, quoique étrangère à l'objet de la présente Communication. Dans la seconde Partie de mon Mémoire de Belgique, consacrée aux connexes dans l'espace, se trouvent plusieurs résultats, déjà découverts depuis longtemps par M. Fouret. On les trouvera dans les Notes que ce géomètre a insérées aux *Comptes rendus* (t. LXXIX à LXXXV). Je les avais ignorées lors de la rédaction du Mémoire. Ils se rapportent à l'équation de Jacobi dans l'espace, au nombre des éléments fondamentaux d'un connexe (implexe, de M. Fouret) de classe *un*, ... Qu'il me soit permis d'ajouter que, le plus souvent, ma solution comporte une discussion plus complète que celle de M. Fouret. »

MÉCANIQUE. — *Sur la rupture et le déplacement de l'équilibre.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. C. Jordan.

« Dans une Note antérieure ([1]), nous avons insisté sur quelques cas particuliers des lois de la rupture et du déplacement de l'équilibre.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 16 juin 1902, p. 1418. Quelques erreurs d'impression se sont glissées dans cette Note. s désigne l'entropie et non l'énergie. Il faut lire, à la ligne 17,

$$du = \frac{\partial u}{\partial s} ds \left(\text{au lieu de } du = \frac{\partial \varepsilon}{\partial s} ds \right)$$

et à la ligne 27

$$\varepsilon(\alpha, \beta, s, V), \chi(\alpha, \beta, s, p) \quad \text{au lieu de} \quad \varepsilon(\alpha, \beta, V), \chi(\alpha, \beta, p).$$

Conservant les notations de cette Note, nous allons appliquer les théorèmes (6), (8), (9) à la Mécanique chimique.

» Pour distinguer les cas de déplacement des cas de simple rupture de l'équilibre, étudions la stabilité des systèmes chimiques enfermés dans une enveloppe imperméable à la chaleur. En partant de l'hypothèse de M. Duhem « sur la stabilité physique » (*Mécanique chimique*, Livre VI, Chap. I, § 6) et en profitant de l'analogie entre le volume et l'entropie pour raisonner comme cet auteur, on montre qu'un système de phases soumis à une pression constante et enfermé dans une enveloppe non conductrice ne peut être qu'en équilibre stable ou indifférent. Les états d'équilibre indifférent, s'ils existent, sont en général isolés et tels que la pression y est plus grande ou plus petite qu'en tout autre état d'équilibre voisin (propriété corrélative du théorème de Gibbs et Konowalow). Ils ne se rencontrent d'ailleurs que dans les systèmes univariants ou, pour les systèmes plurivariants, dans le continuum formé par leurs points indifférents à température constante.

» Nous considérerons, pour fixer les idées, un système univariant. Ses états d'équilibre sont représentés, dans le plan Tp, par une ligne qui peut avoir une tangente parallèle à Op en I et une tangente parallèle à OT en II. Si p est maintenu constant, l'équilibre isothermique est partout indifférent, l'équilibre adiabatique est indifférent en II, stable en tout autre point. Pour une variation infiniment petite de pression, le premier subit partout une rupture finie, le second subit une rupture finie en II, un déplacement infiniment petit partout ailleurs. Dans le cas où V est maintenu constant, tous les équilibres sont stables, sauf l'isothermique en I qui est indifférent.

» *Application du théorème* (6). — En vertu de ce théorème, une augmentation adiabatique de pression provoque un phénomène caractérisé par $\Delta_{s,p} V < 0$. En vertu du théorème de Robin, une augmentation isothermique de pression provoque un phénomène tel que $\Delta_{T,p} V < 0$. Les effets peuvent être les mêmes (ainsi en II où $\Delta_{s,p} V = \Delta_{T,p} V$). Mais ils peuvent aussi être inverses.

» Soit, par exemple, 1^{kg} de vapeur d'eau saturée. Imaginons qu'un poids dm se condense, p et T restant constants. L'entropie diminue. Pour la ramener à sa valeur initiale, isolons le liquide de la vapeur et chauffons le tout à p constant en profitant de la surchauffe pour maintenir l'eau liquide. Dans la première partie de l'opération, V a diminué; il a augmenté

dans la seconde. C'est le second effet qui l'emporte : le calcul donne, si l'on est parti, par exemple, de $T = 273 + 164$, $\Delta_{s,p} V = 0,37\ dm > 0$. Au contraire, $\Delta_{T,p} V < 0$. Une diminution de pression doit donc produire une condensation si elle est adiabatique, une vaporisation si elle est isothermique. C'est là un phénomène classique.

» D'une manière générale, c'est au voisinage de I et du côté convenable qu'on a le plus de chances d'observer ces effets inverses. MM. Tammann les a déjà recherchés dans le phénomène de la fusion. Il résulte de ses expériences qu'on ne pourra réussir à les observer dans ce cas qu'en se plaçant très près du point T [1].

» *Application des théorèmes* (8) *et* (9). — L'effet d'une addition de chaleur dépend du signe de $\Delta_{T,p} s$ si elle est faite à pression constante, de $\Delta_{T,V} s$ si elle est faite à volume constant. (Le calcul de $\Delta_{T,V} s$ exige, en général, comme plus haut, celui de $\Delta_{s,p} V$, qu'on fasse appel aux phénomènes de surchauffe, surfusion, etc.) En I, ces quantités sont égales. Mais ailleurs, notamment au voisinage de II et du côté convenable, il peut arriver que $\Delta_{T,p} s \cdot \Delta_{T,V} s < 0$. Dans ce cas, si l'on chauffe le système, on observe un phénomène chimique différent suivant qu'on maintient invariable le volume ou la pression. Ce fait pourrait sans doute être observé sur certains systèmes univariants, étudiés par MM. Roozeboom et Smits, et formés de deux composés (sel et eau) répartis en trois phases : le point II existe pour ces systèmes.

» *Remarque*. — On peut présenter un peu autrement les théorèmes de notre précédente Note. Prenons, par exemple, (8) et (9). Imaginons qu'on chauffe le corps assez vite pour que, d'abord, il ne se produise aucune modification chimique; seule la température varie et s'élève. On cesse ensuite de chauffer et on laisse le corps sans échange de chaleur avec l'extérieur. (8) et (9) apprennent qu'il se produit alors une modification chimique qui fait baisser la température. Si l'équilibre adiabatique est stable, nous admettrons que cette modification amène le corps à une nouvelle position d'équilibre.

» La température a donc d'abord crû, puis décrû. On peut se rendre compte que l'effet final est une augmentation de température si l'équilibre isothermique est stable (pour les systèmes invariants, si l'on opère à volume constant ailleurs qu'en I), un retour à la température initiale si

---

[1] *Annalen der Physik*, vierte Folge, Band I, p. 275.

l'équilibre isothermique est indifférent et l'équilibre adiabatique stable (pour les systèmes invariants, si l'on opère à pression constante ailleurs qu'en II ou à volume constant en I). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équivalence des systèmes différentiels.* Note de M. E. CARTAN, présentée par M. E. Picard.

« Le problème qui consiste à trouver les invariants d'un système d'équations aux dérivées partielles ou d'un système de Pfaff par rapport à un changement de variables quelconque, ou par rapport à un groupe de transformations fini ou infini *dont on donne les équations de définition*, autrement dit le problème de l'équivalence des systèmes différentiels, celui qui consiste à reconnaître le degré d'indétermination de la transformation qui transforme entre eux deux systèmes équivalents ou la nature du groupe fini ou infini qui laisse invariant un système donné, tous ces problèmes peuvent se ramener au suivant, plus général :

» *Étant données n expressions de Pfaff indépendantes*

$$\omega_1, \quad \omega_2, \quad \ldots, \quad \omega_n$$

à n variables

$$x_1, \quad x_2, \quad \ldots, \quad x_n,$$

étudier les invariants du système $(\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n)$ *par rapport au groupe de transformations (inconnu) le plus général qui laisse invariantes un certain nombre de fonctions données* $y_1, \ldots, y_m$ *des* x, *et, de plus, effectue sur* $\omega_1, \ldots, \omega_n$ *une substitution linéaire appartenant à un groupe linéaire donné* G *dont les équations finies peuvent dépendre (paramétriquement) des* y *et dont les constantes arbitraires doivent être regardées comme des fonctions arbitraires des* x.

» Dans tous les problèmes énoncés plus haut, les transformations infinitésimales de G sont connues.

» J'ai trouvé une méthode générale permettant de résoudre ce problème et reposant sur le même principe que la méthode d'intégration que j'ai exposée récemment dans deux Notes à l'Académie [1].

---

[1] *Sur l'intégration des sytèmes différentiels complètement intégrables* (16 juin et 30 juin 1902).

» Si

(1) $$\Omega_s f = \sum_{i,k}^{1,2,\ldots,n} \alpha_{ik_s} \omega_i \frac{\partial f}{\partial \omega_k} \qquad (s = 1, 2, \ldots, x)$$

sont les r transformations infinitésimales de G, les α désignant des fonctions des y, la méthode consiste à introduire r expressions de Pfaff auxiliaires $\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_r$ et des coefficients A_{iks} définis par les covariants bilinéaires des ω_i

(2) $$\omega'_k = \sum_{i,j} A_{ijk}\omega_i\omega_j + \sum_{i=1,\ldots,n}^{s=1,\ldots,r} \alpha_{iks}\omega_i\omega_s \qquad (k = 1, 2, \ldots, n).$$

» Les A_{ijk} sont alors transformés entre eux par le groupe considéré, ce qui permet, par la considération des formes réduites, de réduire, dans certains cas, le groupe G à l'un de ses sous-groupes et peut conduire aussi à de nouvelles fonctions invariantes de x. Lorsque aucune de ces réductions n'est plus possible, le problème de l'équivalence est résolu si le groupe G final satisfait à certaines conditions numériques qui se rattachent à la théorie des conditions d'involution d'un système de Pfaff à n variables indépendantes.

» Si le groupe G ne satisfait pas à ces conditions, on raisonne sur le système des $n + r$ expressions de Pfaff

$$\omega_1, \quad \omega_2, \quad \ldots, \quad \omega_n, \qquad \varpi_1, \quad \varpi_2, \quad \ldots, \quad \varpi_r$$

dont on met les covariants bilinéaires sous une forme analogue à (2), le groupe G étant remplacé par un nouveau groupe à $r + r'$ paramètres qui introduit r' nouvelles expressions de Pfaff auxiliaires $\chi_1, \ldots, \chi_{r'}$, et ainsi de suite. Ces opérations ont une fin et les formules finales indiquent le degré d'indétermination de la transformation qui transforme l'un dans l'autre deux systèmes équivalents.

» Si les équations finies du groupe linéaire primitif G sont connues, le problème général est obtenu *sans intégration*.

» Si le groupe final se réduit à la substitution identique et si, pour fixer les idées, aucun invariant ne s'est présenté, *chacun des systèmes étudiés admet un groupe fini dont la structure est donnée par les constantes* A_{ijk} *et les constantes analogues*.

» Si le groupe final ne se réduit pas à la substitution identique, chaque système admet un groupe infini et les formules (2) et analogues *permettent*

aussi de définir la structure de ce groupe infini; c'est un point important sur lequel je me propose de revenir dans une prochaine Note.

» Comme conséquence importante, je signalerai le théorème suivant :

» *Si un système d'équations aux dérivées partielles admet des caractéristiques dépendant d'un nombre fini de constantes arbitraires, on peut, sans intégration, ramener la détermination de ces caractéristiques à l'intégration d'un système d'équations différentielles de Lie associé à un groupe de structure connue, à supposer toutefois que le système donné n'admette pas de groupe infini.*

» Par exemple, les systèmes en involution de deux équations aux dérivées partielles du second ordre à une fonction inconnue de deux variables indépendantes dont les caractéristiques n'admettent aucune intégrale première de la forme

$$F(x, y, z, p, q) = \text{const.},$$

n'admettent jamais de groupe infini de transformations (en x, y, z, p, q). Le plus grand nombre fini qu'un tel système puisse admettre est le groupe simple à 14 paramètres qui a été signalé par M. Engel et moi; sinon il admet au plus un groupe à 7 paramètres, qui est intégrable. Dans ces deux cas la solution générale dépend de

$$\alpha, \quad f(\alpha), \quad f'(\alpha), \quad f''(\alpha), \quad \int [f''^2(\alpha) + l f'^2(\alpha) + m f^2(\alpha)]\, d\alpha,$$

α désignant une variable auxiliaire, $f(\alpha)$ une fonction arbitraire de α. Dans le premier cas, l et m sont nuls; dans le second cas, ce sont des constantes qui n'interviennent d'une manière essentielle que par la combinaison $\frac{l^2}{m}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines égalités remarquables.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. E. Picard.

« 1. Au début du Mémoire de M. Hurwitz, qui vient de paraître dans le dernier Cahier du *Journal de l'École Normale* (septembre 1902), j'ai trouvé une démonstration nouvelle de la formule suivante :

$$(1) \qquad \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f^2(x)\,dx = 2b_0^2 + \sum_{n=1}^{\infty}(a_n^2 + b_n^2),$$

$$b_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(x)\,dx,$$

$$a_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(x)\sin nx\,dx,$$

$$b_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(x)\cos nx\,dx,$$

ayant lieu, quelle que soit la fonction $f(x)$, *bornée* et *intégrable* dans l'intervalle $(0, 2\pi)$.

» Je me permets de remarquer d'abord que cette formule a été établie pour la première fois par M. Liapounoff en 1896 (¹), comme je l'ai déjà signalé dans ma Note *Sur un problème de la théorie analytique de la chaleur* (*Comptes rendus*, 4 avril 1898). Voir aussi mon Mémoire *Sur les fonctions harmoniques de M. H. Poincaré* (*Annales de Toulouse*, 1901, p. 290).

» J'indiquerai ensuite que diverses égalités, analogues à celle de M. Liapounoff, résultent immédiatement d'un théorème général que j'ai démontré dans mon Mémoire : *Problème de refroidissement d'une barre hétérogène* (*Annales de Toulouse*, 2ᵉ série, t. III, 1901).

» 2. Soient p et q deux fonctions de la variable réelle x, continues et positives dans l'intervalle de $x = a$ à $x = b\,(b > a)$. Supposons que p ne s'annule pas dans cet intervalle. Désignons par $k_n\,(n = 1, 2, 3, \ldots)$ une suite de constantes déterminées positives ne dépendant que de p, q et de l'intervalle (a, b); par $V_n\,(n = 1, 2, 3, \ldots)$ une suite de fonctions correspondantes vérifiant les équations

$$V''_n + (k_n p - q)V_n = 0, \qquad a < x < b,$$

jointes aux conditions

$$\int_a^b p V_n^2\,dx = 1,$$

$$V'_n(a) - hV_n(a) = 0, \qquad V'_n(b) + HV_n(b) = 0,$$

h et H étant des constantes positives.

» Dans le Mémoire cité (p. 306), j'ai énoncé la proposition suivante : *Quelle que soit la fonction f, continue dans l'intervalle (a, b), on a toujours*

$$\int_a^b pf^2\,dx = \sum_{n=1}^{\infty} A_n^2, \qquad A_n = \int_a^b pfV_n\,dx.$$

(¹) Communications de la Société mathématique de Kharkow (*Extrait des Procès-verbaux*, t. VI, nº 6; séances des 13 décembre 1896, 20 janvier et 7 mai 1897).

» Mais *la condition de la continuité n'a rien d'essentiel.*

» On peut s'affranchir de cette restriction en employant la méthode que j'ai exposée dans mon Ouvrage : *Les méthodes générales pour résoudre les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique* (Kharkow, 1901, p. 255-257). Voir aussi mon Mémoire *Sur les fonctions harmoniques de M. H. Poincaré* (*Annales de Toulouse*, t. II, 1900, p. 282-284).

» Nous obtiendrons ainsi ce théorème général :

» Théorème. — *Quelle que soit la fonction f, bornée et intégrable dans l'intervalle donné* (a, b), *on a toujours*

$$\int_a^b pf^2\,dx = \sum_{n=1}^{\infty} A_n^2, \qquad A_n = \int_a^b fpV_n\,dx.$$

» 3. Considérons maintenant deux cas particuliers

$$(1) \qquad h = H = \infty,$$
$$(2) \qquad h = H = 0.$$

» En posant

$$p = 1, \qquad q = 0,$$
$$a = 0, \qquad b = \pi,$$

on aura respectivement

[pour (1)] $$V_n = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\sin nx,$$

[pour (2)] $$V_0 = \sqrt{\frac{1}{\pi}}, \qquad V_n = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\cos nx.$$

» Posant ensuite

$$a = 0, \qquad b = 2\pi,$$

on aura

[pour (1)] $$V_n = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\sin\frac{nx}{2},$$

[pour (2)] $$V_n = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\cos\frac{nx}{2}.$$

» Appliquons maintenant le théorème général à ces cas particuliers. On

trouve les formules suivantes, analogues à (1),

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} f^2 dx = \sum_{n=1}^{\infty} a_n^2, \qquad a_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} f \sin nx\, dx,$$

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} f^2\, dx = \frac{b_0^2}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} b_n^2, \qquad b_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} f \cos nx\, dx,$$

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f^2\, dx = \sum_{n=1}^{\infty} a_n'^2, \qquad a_n' = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f \sin\frac{nx}{2}\, dx,$$

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f^2\, dx = \frac{b_0'^2}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} b_n'^2, \qquad b_n' = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f \cos\frac{nx}{2}\, dx,$$

ayant lieu, quelle que soit la fonction f, bornée et intégrable dans l'intervalle $(0, 2\pi)$.

» Le théorème énoncé plus haut est susceptible des autres applications intéressantes que j'indiquerai, si l'Académie me le permet, dans une autre Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur le phénomène de Hall et le pouvoir thermo-électrique.* Note de M. **Edmond van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« Suivant A. von Ettingshausen et W. Nernst [1], le phénomène de Hall serait lié au pouvoir thermo-électrique des métaux. D'autre part, Edmond Becquerel [2] a constaté que l'alliage renfermant 10 parties de bismuth pour 1 partie d'antimoine et le mélange de bismuth et sulfure de bismuth, fondus ensemble à poids égaux, ont un pouvoir thermo-électrique bien supérieur à celui du bismuth pur.

» Je me suis proposé de vérifier la conclusion de A. von Ettingshausen et W. Nernst, en étudiant l'effet Hall successivement dans le bismuth pur, un alliage de 8^g,35 d'antimoine pour 91^g,65 de bismuth et un mélange de bismuth et sulfure de bismuth contenant 4,36 parties en poids de soufre pour 95,64 de bismuth [3].

---

(1) *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften.* Vienne, vol. XCIV, 1886, p. 560.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 4e série, t. VIII, 1866, p. 413.

(3) Ces compositions ont été déterminées, sur l'alliage et le mélange, par des analyses pour lesquelles je tiens à exprimer ici mes remercîments à M. Maurice Duysk.

» Les électrodes de Hall étaient réunies aux bornes d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval très sensible, dont les déviations du miroir étaient observées avec une lunette, lorsque la plaque étudiée était placée normalement aux lignes de force du champ magnétique. Les deux électrodes de Hall n'étant pas placées exactement sur deux lignes équipotentielles, le miroir du galvanomètre déviait lorsque le courant primaire traversait la plaque étudiée. Cette déviation n'a pas été annulée par compensation, suivant le procédé habituel, puisqu'on ne recherchait, provisoirement, que des comparaisons approximatives.

Résultats.

» 1. Plaque de bismuth pur. Épaisseur : $1^{mm},25$.
» Intensité du courant traversant l'électro-aimant : 27,8 ampères.
» Intensité du courant primaire dans la plaque : 1,440 ampère.
» Lectures des positions du miroir du galvanomètre :

a. Position initiale		10,00
b. Courant primaire dans la plaque		11,02
c. Sous l'action de l'électro-aimant	un sens d'aimantation (A)	10,20
	autre sens d'aimantation (B)	12,35

Effet Hall proportionnel à 12,35 — 10,20 = 2,15.

» 2. Plaque de l'alliage de bismuth et d'antimoine. Épaisseur : $1^{mm},55$.
» Intensité du courant traversant l'électro-aimant : 26,5 ampères.
» Intensité du courant primaire dans la plaque : 1,435 ampère.
» Lectures des positions du miroir du galvanomètre :

a. Position initiale		10,0
b. Courant primaire dans la plaque		10,82
c. Sous l'action de l'électro-aimant	un sens d'aimantation (A)	7,96
	autre sens d'aimantation (B)	13,85

Effet Hall proportionnel à 13,85 — 7,96 = 5,89.

» 3. Plaque du mélange de bismuth et sulfure de bismuth. Épaisseur : $1^{mm},60$.
» Intensité du courant traversant l'électro-aimant : 28,2 ampères.
» Intensité du courant primaire dans la plaque : 1,440 ampère.
» Lectures des positions du miroir du galvanomètre :

a. Position initiale		10,0
b. Courant primaire dans la plaque		10,32
c. Sous l'action de l'électro-aimant	un sens d'aimantation (A)	7,15
	autre sens d'aimantation (B)	13,72

Effet Hall proportionnel à 13,72 — 7,15 = 6,57.

» Ces résultats montrent que l'effet Hall est le plus intense dans le mélange de bismuth et de sulfure de bismuth. Dans cette plaque, le phénomène a une intensité triple de celle que donne la lame de bismuth pur,

bien que l'épaisseur soit notablement plus forte. L'alliage de bismuth et d'antimoine considéré donne également lieu à un effet Hall très intense, plus que double de celui observé avec le bismuth pur, qui est, de tous les corps étudiés jusqu'ici, celui dont le coefficient rotatoire de Hall est négatif et de beaucoup le plus élevé. D'ailleurs ce pouvoir rotatoire a le même signe dans les trois expériences.

» Ces mesures confirment la conclusion de A. von Ettingshausen et W. Nernst; elles m'engagent à étudier un mélange de bismuth et sulfure de bismuth contenant une plus grande quantité de ce dernier, et des sulfures dont le pouvoir thermo-électrique est très élevé.

» Les expériences dont il a été question jusqu'ici ont été faites en plaçant les lames dans l'air, à la température du laboratoire. Je me suis proposé ensuite de comparer les intensités de l'effet Hall, à la température du laboratoire et dans l'air liquide, pour la plaque formée par le mélange bismuth et sulfure de bismuth.

» Les pôles de l'électro-aimant ont donc été écartés jusqu'à être distants de 53^{mm}, afin qu'il fût possible de placer entre eux une éprouvette en verre à doubles parois de Dewar, contenant l'air liquide. En opérant comme précédemment, j'ai trouvé que, si l'on mesurait l'effet Hall par la déviation double observée au galvanomètre, on obtenait 2,35 à la température du laboratoire et 8,76 lorsque la plaque était placée dans l'air liquide. L'intensité du phénomène de Hall devenait donc, pour le mélange considéré, plus de trois fois plus grande dans l'air liquide.

» J'ai l'intention de continuer les recherches dont je viens d'indiquer les premiers résultats, pour prendre date. Des expériences sur la résistance électrique dans le champ magnétique et sur les phénomènes thermo- et galvano-magnétiques, pour ces alliage et mélange, sont actuellement en cours d'exécution. »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité des dissolutions aux basses températures.* Note de M. **J. Kunz**, présentée par M. J. Violle.

« L'affaiblissement considérable de la conductibilité électrolytique aux basses températures peut provenir de deux causes. Elle peut être attribuée soit à l'abaissement du degré de dissociation, soit à la viscosité croissante que le milieu oppose aux ions.

» Kohlrausch (¹) a reconnu que les formules empiriques qui repré-

(¹) Kohlrausch, *Sitzungsberichte Akad. d. Wiss.* Berlin, t. XLII, 1901.

sentent bien les observations de Desguine ([1]), faites au-dessus de zéro, indiqueraient, si l'extrapolation était permise, une conductibilité tombant à zéro, pour tous les électrolytes indistinctement, à la température de — 39°. S'il en était réellement ainsi, il est clair que la cause devrait en être cherchée dans l'état du dissolvant commun à tous les électrolytes. On peut encore trouver un argument à l'appui de cette manière de voir dans les valeurs numériques assez voisines du coefficient de variation thermique de la conductibilité des dissolutions et de celui de la viscosité de l'eau, mesuré directement.

» Je me suis proposé de soumettre ces vues de Kohlrausch au contrôle de l'expérience, par des mesures de conductibilités électrolytiques à des températures aussi basses que possible. Après bien des essais infructueux sur les électrolytes surfondus, j'ai dû restreindre mes recherches aux dissolutions concentrées, à point de congélation très bas, d'acide sulfurique, de soude caustique et de chlorure de calcium. J'ai pu atteindre, avec les solutions d'acide sulfurique de 45 à 70 pour 100, des températures inférieures à — 70°.

» Les résistances ont été déterminées par la méthode de Kohlrausch, avec un pont à fil exactement calibré. Les températures, jusqu'à — 35°, ont été mesurées avec un thermomètre normal de Pernet, et, au-dessous, au moyen du couple constantan-fer, préalablement étalonné. Les trois causes d'erreur de la méthode, la self-induction, la capacité et la polarisation, ont été éliminées par des procédés connus. Je donne, dans le Tableau suivant, un extrait des mesures sur l'acide sulfurique : k est la conductibilité en unités C. G. S.

19,1 pour 100.

Température..	0°	— 5°,7	— 10°,7	— 15°,2	— 18°,4
$10^3 \times k$.......	519	478	370	266 ([2])	194 ([2])

32,66 pour 100.

Température..	0°	— 9°,4	— 14°,2	— 19°,8	— 34°,1	—44°,6
$10^3 \times k$.......	500	398	342	301	168	66,0 ([3])

42,05 pour 100.

Température..	0°	— 10°,9	— 20°,5	— 28°,3	— 59°,5	—74°,3
$10^3 \times k$.......	447	335	261	203	28,0	4,7

([1]) DESGUINE, *Thèse*, Strasbourg, 1895.

([2]) La solution était congelée.

([3]) La solution se congela aussitôt après la mesure.

50,86 pour 100.

Température..	0°	— 10°,5	— 20°,6	— 28°,6	— 49°,1	—66°,1 (¹)
$10^3 \times k$.......	357	270	194	140	39,2	4,6

60,90 pour 100.

Température..	0°	— 10°,5	— 20°,3	— 33°,4	— 51°,9	—69°,9
$10^3 \times k$.......	232	171	124	71,8	19,4	1,31

63,76 pour 100.

Température..	0°	— 10°,2	— 20°,2	— 28°,6	— 56°,1	—65°,9
$10^3 \times k$.......	193	143	102	71,9	5,87	0,66

» La conductibilité tracée pour les diverses solutions d'acide sulfurique à la température de 0° concorde bien avec les observations antérieures de M. Bouty.

» Les courbes représentant la conductibilité en fonction de la température ne rencontrent pas l'axe des abscisses à — 39°, comme l'avait supposé Kohlrausch, en extrapolant. Elles semblent, au contraire, ne devoir l'atteindre qu'au zéro absolu. Mais la similitude d'allure de ces courbes vient corroborer l'idée qui est à la base de cette hypothèse, à savoir que *la cause principale de la radiation thermique réside dans la viscosité du milieu pour les ions*.

» Ces expériences montrent aussi bien clairement le contraste des propriétés des électrolytes et des métaux. Tandis que la *résistance* de ceux-ci s'annule au zéro absolu, c'est la *conductibilité* des électrolytes qui semble y tendre vers une valeur nulle. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelles expériences sur la résistance électrique du sélénium et ses applications à la transmission des images et des impressions lumineuses.* Note de M. **Dussaud**, présentée par M. L. Cailletet.

« Dans sa séance du 27 octobre dernier, M. Coblyn a présenté à l'Académie une Note *sur la vision à distance par l'Électricité*. Depuis longtemps je m'occupe des mêmes expériences et, pour les réaliser, je me sers de deux postes reliés par un courant électrique.

(¹) La solution se congela aussitôt après la mesure.

» Le poste transmetteur se compose d'une surface plane, non conductrice, divisée par de légères cloisons en carrés égaux d'environ 5^{cm} de côté, dans chacun d'eux est disposée une bobine, formée d'une lame en matière isolante, sur laquelle sont enroulés deux fils de cuivre de petit diamètre, noyés dans une couche de sélénium préparée de manière à lui assurer le maximum de sensibilité, en me basant sur mes expériences antérieures. Un de ces fils est parcouru par un faible courant électrique d'ordre téléphonique.

» Lorsqu'on éclaire la couche de sélénium, celle-ci acquiert une conductibilité d'autant plus grande que l'éclairage est plus intense et laisse passer une partie du courant dans le second fil.

» Ce dernier est relié à une bobine munie d'un contact, faisant l'office d'un servo-moteur, destiné à agir sur un courant local d'une énergie suffisante pour allumer des lampes à incandescence au poste récepteur, qui se compose, ainsi que le poste transmetteur, d'une surface plane divisée aussi par des cloisons en un même nombre de cellules carrées contenant chacune une lampe à incandescence.

» Lorsqu'au poste transmetteur on éclaire une ou plusieurs bobines recouvertes de sélénium, la conductibilité qui se développe permet à un faible courant de traverser le second fil relié au servo-moteur; on voit alors s'éclairer, au poste d'arrivée, les lampes correspondantes à celles frappées par la lumière au poste de départ.

» Je dois conclure, en terminant, que, d'après mes expériences, il sera possible de transmettre des impressions lumineuses et des images à de grandes distances. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Production artificielle du rubis par fusion.* Note de M. A. Verneuil, présentée par M. H. Moissan.

« Malgré ses persévérantes recherches, A. Gaudin n'a pas obtenu l'alumine fondue à l'état transparent.

» La cause de cet insuccès résidait dans l'emploi d'une température trop élevée, car, si l'on dépasse sensiblement son point de fusion, cet oxyde cristallise en donnant un produit opaque.

» De là résulte l'impossibilité d'affiner une masse d'alumine sur une profondeur un peu notable, à l'aide du chalumeau oxhydrique, puisque ce n'est qu'en surchauffant la couche supérieure que l'on peut liquéfier les

parties plus profondes. Si l'on remarque enfin que l'alumine transparente obtenue est toujours sillonnée d'une multitude de craquelures, dues au contact de l'enduit fondu avec l'alumine sous-jacente, il faudra conclure de ces données que le problème posé ne peut se résoudre qu'en observant les conditions suivantes :

» 1° Maintenir le produit fondu dans une région de la flamme toujours identique.

» 2° Produire l'accroissement par couches superposées de bas en haut afin de réaliser l'affinage sur une série de couches minces;

» 3° Obtenir la fusion dans des conditions où le contact du produit fondu avec le support soit réduit à une surface extrêmement petite.

» La première de ces conditions se trouve réalisée par l'emploi d'un chalumeau oxhydrique vertical dont la flamme est dirigée sur un support mobile de haut en bas et qui peut être abaissé par le jeu d'une vis à pas très serré, permettant ainsi d'éloigner du chalumeau le produit fondu à mesure qu'il s'élève et de le ramener dans la zone convenable de fusion, lorsque celle-ci se sera éloignée du bout du chalumeau par l'augmentation progressive donnée à l'intensité de la flamme.

» J'ai réalisé la formation de la masse fondue constituée par des couches minces superposées de bas en haut, conformément à la deuxième condition énoncée, à l'aide d'une méthode que l'on peut appeler procédé de *semage* et qui consiste à entraîner la poudre d'alumine chromée ou le rubis naturel pulvérisé par le courant d'oxygène qui alimente le chalumeau. La matière, placée dans un panier en toile métallique suspendu dans une chambre qui surmonte le tube central du chalumeau, est lancée dans le courant d'oxygène par l'effet des chocs d'un petit marteau actionné mécaniquement. Les grains d'alumine (1) ou de rubis, ainsi distribués dans toutes les parties de la flamme, subiront la fusion dès qu'ils parviendront dans la zone suffisamment chaude, coïncidant dès l'origine du travail avec le support destiné à recevoir la masse fondue.

» Ce support, formé d'un petit cylindre d'alumine agglomérée au rouge avec quelques centièmes de carbonate de potasse, est placé très exactement dans l'axe du chalumeau, et sa surface est portée, par la flamme convenablement réglée, à une température un peu inférieure à celle de la fusion de l'alumine afin d'agglomérer seulement les grains qui tombent sur cette surface et forment bientôt un cône dont le sommet parvient peu à peu dans la partie de la flamme suffisamment chaude pour en effectuer la fusion. A partir de ce moment, tous les grains qui tombent sur la pointe fondue s'y liquéfient, et le filament obtenu, qui réduit ainsi à une très petite surface le contact de la matière avec le support, augmente peu à peu de diamètre à mesure qu'il s'élève et gagne une zone plus chaude et plus large de la flamme, en se transformant à son sommet en une sphère dont il faut maintenant accroître le diamètre le plus possible,

---

(1) L'alumine précipitée avec 2,5 pour 100 d'oxyde de chrome et calcinée est la meilleure forme sous laquelle on puisse l'employer.

ce que l'on obtient en augmentant progressivement l'arrivée de l'oxygène dont le débit est commandé par un robinet à vis d'un pas très serré.

» Le gaz d'éclairage ayant été admis en grand excès dès le début de la fusion, l'augmentation du débit de l'oxygène entraîne le déplacement de la zone convenable de fusion qui s'éloigne progressivement du *bout* du chalumeau; il faut donc, en abaissant le support qui porte la masse, ramener dans cette zone la partie supérieure de la sphère fondue : le bouillonnement caractéristique qui s'opère sous l'influence de la flamme trop chaude ou trop riche en oxygène est un indice qui permet de ramener toujours le produit dans la région voulue.

» Pour maintenir la fixité de la flamme et régulariser le rayonnement, l'opération s'exécute au milieu d'un petit four cylindrique en argile portant un regard permettant de suivre les phases de la fusion. En employant un chalumeau possédant un *bout* de $\frac{12}{10}$ de millimètre (dimension au-dessus de laquelle il devient difficile de former à l'origine une pointe fondue suffisamment fine), il est possible d'obtenir en 2 heures une masse ovoïde parfaitement affinée et d'une coloration bien homogène pesant $2^{g},500$ à 3^{g}, c'est-à-dire environ 12 ou 15 carats. Une telle masse présente 5^{mm} à 6^{mm} de diamètre lorsqu'elle est sphérique.

» Dès que l'on est parvenu à obtenir ces dimensions, vers la fin du travail, on supprime brusquement l'arrivée des deux gaz afin d'obtenir une trempe énergique du produit. A cette condition seulement et si la masse a été bien centrée et également chauffée, elle se fend exactement en deux parties suivant un plan vertical. Chacune de ces deux demi-sphères, taillées à l'aide des procédés employés par les lapidaires, donne un rubis semblable à celui que je soumets à l'Académie.

» Ces rubis, qui possèdent une magnifique fluorescence rouge, ont pour densité 4,01, et tous les lapidaires auxquels ils ont été soumis ont trouvé qu'ils présentaient la même dureté que le rubis naturel et pouvaient prendre son beau poli.

» Lorsqu'ils sont parfaitement réussis, il me paraît impossible de les distinguer des plus beaux rubis naturels, mais souvent, et surtout dans le cas des grosses pierres, ils présentent deux défauts qui indiquent leur origine artificielle et qui tiennent à la réelle difficulté qu'on éprouve à conduire correctement une fusion : l'affinage imparfait en quelques points se traduit par des groupes de petites bulles que l'on distingue avec une forte loupe. Leur formation est due soit à un *semage* exagéré, soit à l'emploi d'une flamme trop oxygénée.

» Le second défaut, plus caractéristique encore, réside dans la présence de zones rubannées dues à la décoloration de certaines portions, par la volatilisation du chrome, lorsque le *semage* a été trop ralenti. Ces défauts, qui n'altèrent pas sensiblement, du reste, la beauté de ces pierres lorsqu'elles sont montées, s'atténuent et peuvent même disparaître lorsque,

par un travail convenablement suivi, il est devenu possible de se rendre tout à fait maître du *semage* (¹). »

CHIMIE. — *Sur les alliages de cuivre et de magnésium.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« D'après Parkinson (²), en fondant 200g de cuivre et 50g de magnésium pendant 7 minutes, on obtient un alliage rouge jaunâtre ou couleur or, selon la proportion centésimale de magnésium (la perte est environ 1,75 pour 100). Cet alliage s'oxyde lentement; lorsqu'on le rompt, il a une apparence vitreuse; il est très cassant : 1 pour 100 de magnésium rend le cuivre cassant; le métal à 15 pour 100 de magnésium, dont la densité est 5,95, peut être pulvérisé au mortier. J'ai repris l'étude des alliages de cuivre et de magnésium et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats relatifs à leur fusibilité et à leurs propriétés mécaniques.

» Quoique le point de fusion du cuivre soit assez élevé (1085°), j'ai pu employer le procédé qui m'avait servi dans les recherches sur les alliages du magnésium avec l'aluminium et le cadmium pour déterminer le point de solidification des mélanges contenant jusqu'à 75 pour 100 de cuivre (³); le Tableau ci-dessous montre en effet que ces mélanges fondent au-dessous de 600°. Pour les teneurs supérieures à 75 pour 100, j'ai fondu les métaux sous le sel marin, le tube en verre destiné à protéger le couple thermo-électrique étant remplacé par un tube semblable en porcelaine. Voici les résultats obtenus :

Magnésium pour 100 en poids.	Cuivre pour 100 en poids.	Températures.
100	»	635°
90	10	610
80	20	560
70	30	475
60	40	530
50	50	550
45	55	550
40	60	545

(¹) Je suis heureux de remercier mon élève M. Marc Paquier de l'aide très active qu'il m'a donnée pendant ce long travail.

(²) *Chemical Society*, 2e série, t. V, p. 117.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1325.

Magnésium pour 100 en poids.	Cuivre pour 100 en poids.	Températures.
30	70	540°
27,8	72,2	585
25	75	575
20	80	915
10	90	890
»	100	1085

» Si l'on construit la courbe en portant comme abscisses les proportions en poids de cuivre et en ordonnées les températures, on remarque que cette courbe présente trois maxima (550°, 585° et 915°) et quatre minima (475°, 540°, 575° et 890°). On voit également que le magnésium et le cuivre donnent des alliages extrêmement fusibles : de 0 à 75 pour 100 de cuivre, le point de fusion est inférieur à celui du magnésium. Enfin, les trois points maxima mettent en évidence l'existence de trois combinaisons définies : $CuMg^2$, CuMg et Cu^2Mg, dont je poursuis l'étude.

» Les alliages de cuivre et de magnésium conservent leur couleur blanche, plus ou moins brillante, jusqu'à la teneur de 70 pour 100 de cuivre, où l'on commence à voir apparaître une légère teinte jaunâtre; l'alliage à 80 pour 100 est jaunâtre, et celui à 90 pour 100 est franchement jaune. Le cuivre perd donc sa couleur lorsque sa proportion est inférieure à 80 pour 100; on peut rapprocher ces faits de ceux qui ont été observés par Debray avec l'aluminium [1] : avec ce métal, la couleur du cuivre disparaît pour une teneur de 82 pour 100 de cuivre, qui correspond à la combinaison Cu^2Al; avec le magnésium, elle disparaît pour la teneur correspondant à Cu^2Mg.

» Le magnésium contenant 10 pour 100 de cuivre est encore malléable; au delà de 10 pour 100, il devient cassant, et la fragilité augmente progressivement jusqu'à la proportion de 70 pour 100 de cuivre : l'alliage peut alors être brisé entre les doigts. La fragilité diminue ensuite jusqu'au cuivre pur. L'alliage à 90 pour 100 de cuivre casse sous le marteau; cette cassure est d'apparence grenue. Si l'on compare les propriétés mécaniques des alliages de cuivre et de magnésium à celles des alliages de cuivre et d'aluminium, telles qu'elles ont été indiquées par Debray, on est frappé du parallélisme qu'elles offrent; il n'y a de différence que pour le métal contenant 90 pour 100 de cuivre qui, dans le cas de l'aluminium, a pu recevoir des applications industrielles à cause de sa malléabilité et de sa dureté

(1) *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 925.

(bronze d'aluminium). Au point de vue de la couleur, les alliages du cuivre avec 10 pour 100 de magnésium ou d'aluminium sont analogues : ils sont jaunes et susceptibles d'un beau poli. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence de la volémite dans quelques Primulacées.* Note de MM. **J. Bougault** et **G. Allard**, présentée par M. A. Haller.

« En étudiant les principes immédiats des parties souterraines (racines et rhizomes) du *Primula grandiflora* Lam., nous avons isolé un composé cristallisé, présentant les propriétés d'un alcool polyatomique, auquel nous avons tout d'abord donné le nom de *primulite;* mais que nous avons pu ensuite identifier avec la *volémite,* alcool heptatomique découvert par M. Bourquelot (¹) dans un champignon, le *Lactarius volemus* Fr.

» Pour isoler ce composé nous suivons le mode opératoire suivant :

» Les rhizomes et les racines desséchés et pulvérisés grossièrement sont traités à l'ébullition pendant 2 heures par 5 parties d'alcool à 85°. Après refroidissement, on exprime et l'on filtre. On distille pour séparer l'alcool, puis le liquide résiduel est précipité par le sous-acétate de plomb. La liqueur filtrée est débarrassée de l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, filtrée de nouveau et évaporée en consistance sirupeuse. La primulite cristallise par refroidissement. On purifie par cristallisations dans l'alcool à 85° bouillant.

» Le produit ainsi obtenu possède les propriétés suivantes :

» Il est très soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Point de fusion 154°-155° (volémite: 140°-142°, Bourquelot; 151°-153°, E. Fischer).

» Le pouvoir rotatoire est légèrement dextrogyre et ne varie pas, en solution aqueuse, avec la concentration; nous avons trouvé $\alpha_D = +2°,65$ (volémite : $+1°,99$ et $+2°,40$, Bourquelot; $+1°,92$, E. Fischer). L'acide borique ne le modifie pas : $1^g,77$ de primulite et $0^g,70$ d'acide borique dissous dans l'eau, sous un volume de $27^{cm^3},8$, ont donné $\alpha_D = +2°,59$ (volémite : $+2°,50$, Bourquelot). Le borate de soude exalte au contraire notablement le pouvoir rotatoire : $0^g,7955$ de primulite et 2^g de borate de soude, dans un volume de $27^{cm^3},6$, ont donné $\alpha_D = +20°,83$ (volémite : $+22°,1$, Bourquelot).

» L'analyse élémentaire s'accorde avec la formule $C^7H^{16}O^7$.

» La détermination cryoscopique du poids moléculaire a donné le chiffre 209,1 (théorie pour $C^7H^{16}O^7$, 212).

» L'acétal éthylique fond à 206° (acétal éthylique de la volémite : 190°, Bourquelot). Il dévie à gauche la lumière polarisée; en solution chloroformique, $\alpha_D = -46°,40$.

» L'éther acétique fond à 62°.

(¹) *Journ. de Pharm. et Chim.* [6], t. II, 1895, p. 385 et 390.

» Si l'on compare les constantes trouvées pour la primulite et son acétal éthylique, et celles indiquées par M. Bourquelot pour la *volémite*, on constate à la vérité quelques différences; mais ces différences ont pu être expliquées facilement. Elles tiennent à ce que la volémite de M. Bourquelot n'était pas absolument pure, et probablement mélangée d'un peu de mannite. Cette explication n'a pas pu être contrôlée par la séparation de la mannite; elle est cependant assez vraisemblable, car elle rend compte des différences constatées et elle explique en outre que M. Bourquelot ait obtenu, en préparant l'éther acétique de la volémite, une petite quantité d'un éther acétique possédant le point de fusion et le pouvoir rotatoire de l'éther acétique de la mannite.

» Quoi qu'il en soit, M. Bourquelot ayant eu l'obligeance de mettre à notre disposition une quantité suffisante de sa volémite, nous l'avons purifiée par de nombreuses cristallisations dans l'alcool, et avons pu obtenir un produit possédant toutes les propriétés de la primulite. Nous avons également préparé, avec la volémite de même origine, un acétal éthylique et un éther acétique, et avons constaté leur identité avec les dérivés correspondants de la primulite.

» Nous en concluons que les parties souterraines du *Primula grandiflora* Lam. contiennent le principe appelé *volémite* par M. Bourquelot, mais qu'il y a lieu de modifier légèrement les constantes indiquées tout d'abord pour ce corps.

» Diverses espèces de *Primula* voisines de la précédente, entre autres le *Primula elatior* Jacq. et le *Primula officinalis* Jacq., nous ont également fourni de la volémite, ainsi qu'une variété de *Primula* à fleurs rouge foncé, communément cultivée dans les jardins. La proportion contenue dans ces diverses espèces est sensiblement la même et voisine de 15 pour 1000 de la plante sèche. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Essais sur la constitution chimique des copals.* Note de M. MARCEL GUÉDRAS. (Extrait.)

« Dans ces essais, j'ai porté mes investigations sur l'huile obtenue lors de la pyrogénation des copals en vue de les rendre solubles pour la fabrication des vernis. Mes essais ont porté sur trois variétés de gommes : 1° le copal de Madagascar; 2° le copal de Zanzibar; 3° le copal de Kauri.

» *Madagascar.* — Dans une cornue tubulée, j'ai chauffé 100^g de copal. Le réservoir à mercure du thermomètre plongeait dans la matrice.

» J'ai constaté : à 50° C., émission de gaz ; à 150°, fusion de la gomme ; à 270°, commencement de la distillation.

» La distillation est assez abondante jusqu'à 300°, elle augmente jusqu'à 350°, puis la température monte lentement à 355°, et à ce chiffre la distillation diminue considérablement.

» Le distillatum est formé de deux couches : la première, aqueuse et pesant 10^g, 250 ; la seconde, huileuse, de couleur jaune paille et d'un poids de 15^g, 750.

» Le chiffre de l'acide de la gomme est 143 ;

» Le chiffre de l'acide de l'huile est de 80.

» *Congo.* — La distillation a eu lieu dans les mêmes conditions que ci-dessus.

» A 30°, émission de gaz ; à 105°, commencement de la fusion, etc.

» Le distillatum est formé d'une couche aqueuse pesant 6^g, 400, et l'huile, de couleur jaune paille, pèse 8^g, 600.

» Le chiffre de l'acide est, pour la gomme, 35,55 ;

» Le chiffre de l'acide est, pour l'huile, 24.

» *Kauri.* — Le distillatum est en deux couches : la première, aqueuse, pèse 8^g, 260 ; la seconde, huileuse, de couleur jaune pâle, pèse 7^g, 740.

» Le chiffre de l'acide est, pour la gomme, 69,70 ;

» Le chiffre de l'acide est, pour l'huile, 36.

» Plus un copal est dur, plus la quantité d'acide est élevée.

» Les huiles sont solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, le sulfure de carbone ; insolubles dans les carbures térébéniques.

» En traitant ces huiles par l'acide nitrique, on obtient une résine jaune, soluble dans les solvants cités ci-dessus, ainsi que dans les huiles végétales. On n'a réussi à isoler ni les acides cinnamique ou benzoïque, ni leurs dérivés nitrés.

» L'odeur caractéristique de la terpine dans le distillatum de l'huile oxydée par AzO^3H, et la présence de gouttelettes huileuses à odeur camphrée, qui sont constituées probablement par du monochlorhydrate de térébenthène $C^{10}H^{16}HCl$, me font supposer que les copals sont constitués en partie par des terpines à certains degrés d'oxydation. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les groupements de cristaux d'espèces différentes.* Note de M. Fréd. Wallerant, présentée par M. de Lapparent.

« L'étude de ces groupements tire son intérêt de ce qu'elle étend le champ de nos connaissances sur les actions que les molécules d'un corps peuvent exercer sur les molécules d'un autre corps. Cette action réci-

proque de molécules différentes, et, en particulier, l'action d'orientation, est bien connue depuis les expériences de M. Gernez sur la cristallisation de solutions sursaturées sous l'influence de cristaux de corps isomorphes du corps en dissolution. Elle est encore mise en évidence par la possibilité d'obtenir des cristaux formés de couches superposées de corps isomorphes : il en résulte que, dans ce cas, les molécules de l'un des corps agissent sur les molécules des autres comme elles agissent entre elles. Mais cette influence, dans le cas de substances isomorphes, ne saurait nous étonner, puisque la propriété de former des mélanges isomorphes implique déjà cette action d'orientation.

» Ce qui peut surprendre, c'est de voir des cristaux n'ayant aucun rapport, au point de vue chimique, ni, tout au moins en apparence, au point de vue cristallographique, s'orienter réciproquement : c'est ainsi que, si l'on fait cristalliser de l'iodure de potassium sur une lame de mica, les octaèdres d'iodure s'orientent de façon qu'un de leurs axes ternaires soit parallèle à l'axe quasi-ternaire du mica et qu'un de leurs axes binaires soit parallèle à l'axe binaire de ce dernier minéral. Les deux cristaux s'orientent donc parallèlement, et les molécules du mica agissent sur les molécules de l'iodure comme elles agissent entre elles. Les octaèdres peuvent d'ailleurs prendre deux positions à 180° l'une de l'autre, comme cela a lieu dans les groupements autour des axes ternaires. Ce mode d'association peut être dit *parallèle* ou *symétrique*; c'est lui que l'on retrouve le plus souvent réalisé dans les cristaux naturels.

» Mais il est d'autres modes d'associations paraissant plus complexes et satisfaisant tous à la même loi, facile à énoncer : si nous désignons sous le nom d'*éléments de la forme primitive* ses arêtes, ses diagonales et les diagonales de ses faces, on peut dire que les cristaux s'associent de façon qu'au moins deux éléments de la forme primitive de l'un coïncident avec deux éléments de la forme primitive de l'autre. Bien entendu, dans certains cas, la coïncidence de ces deux éléments peut entraîner la coïncidence d'autres éléments, comme cela a lieu dans le cas du parallélisme. On voit donc, d'après les résultats publiés dans une Note précédente, que les minéraux s'orientent de façon que, au moins suivant deux directions, les actions exercées par les particules complexes de l'un sur les particules de l'autre soient des forces centrales. Mais la position des deux minéraux, dans ces associations, n'est pas rigoureusement déterminée comme celle de deux cristaux de même espèce dans un groupement : souvent, en effet, les éléments qui tendent à se mettre en coïncidence ne font pas entre eux abso-

lument le même angle dans les deux cristaux, de sorte que la coïncidence complète n'est pas possible : on constate alors un léger flottement dans la position relative des deux cristaux.

» Comme exemple, je citerai l'association de l'amphibole et de la calcite : l'amphibole s'oriente de façon que son arête verticale soit parallèle à une arête culminante de la calcite et que son axe binaire soit parallèle à un axe binaire de ce dernier minéral. Or j'ai montré que la forme primitive de l'amphibole était un parallélépipède voisin d'un rhomboèdre de 80°50'; il est, par suite, facile de constater que l'arête de ce parallélépipède, située dans le plan de symétrie commun, coïncide précisément avec l'axe ternaire de la calcite; par conséquent, une arête de la forme primitive de l'un coïncide avec une diagonale de la forme primitive de l'autre.

» Dans l'association de calcite et d'aragonite, étudiée par G. Rose, la microdiagonale de l'aragonite, qui est un axe binaire de sa forme primitive, coïncide avec un axe binaire de la calcite, tandis que la macrodiagonale est parallèle à l'arête du scalénoèdre $(21\bar{3}1)$. Il en résulte, comme le montre facilement le calcul, que l'axe vertical de l'aragonite, qui est un axe quasi-ternaire, coïncide avec l'arête du rhomboèdre primitif de la calcite.

» Un autre exemple, intéressant à signaler, est celui de la pegmatite graphique. Si les cristaux de quartz, englobés dans l'orthose, ont même orientation, cela provient simplement de ce que leur position est déterminée par rapport au feldspath. Cette relation de position des deux minéraux a pu échapper, parce qu'il y a plusieurs orientations possibles, mais toutes satisfont à la loi énoncée plus haut. Pour ne citer que deux modes d'association, tantôt un axe binaire du quartz coïncide avec l'axe binaire de l'orthose et il y a parallélisme entre la diagonale de la face $(10\bar{1}1)$ et l'arête pg^1 du feldspath, qui est un axe quasi-quaternaire; tantôt les axes binaires coïncidant encore, la diagonale de la face $(10\bar{1}1)$ du quartz est parallèle à l'arête h^1g^1 du feldspath, qui a un axe quasi-ternaire. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement de l'ovule des Asclépiadées.* Note de M. PAUL DOP, présentée par M. Gaston Bonnier.

« L'ovule des Asclépiadées n'a été jusqu'ici l'objet que d'un nombre restreint de recherches. Dans son Mémoire sur la reproduction du Dompte-

Venin, Chauveaud [1] a montré que le sac embryonnaire provenait du développement d'une cellule sous-épidermique, qui grandissait sans jamais se cloisonner et dont le noyau, par bipartitions successives, donnait naissance aux deux tétrades suivant le schéma classique de Strasburger.

» Vesque [2], au contraire, pense, d'après la considération de l'ovule adulte, que le sac embryonnaire du *Ceropegia Sandersoni* se développe comme celui des Apocynées, c'est-à-dire par fusion des trois cellules qui proviendraient de la segmentation de la cellule mère primordiale du sac.

» D'Hubert [3] a récemment décrit le sac embryonnaire adulte du *G. Stapelia*, sans étudier son développement.

» J'ai continué ces recherches et j'ai vu que le cas signalé par Chauveaud était exceptionnel et que le sac embryonnaire des Asclépiadées avait un développement comparable à celui que Vesque a décrit dans les Apocynées.

» J'ai employé la méthode des coupes en séries après inclusion à la paraffine. J'ai coloré la cellulose par l'hématoxyline de Böhmer, le protoplasma par l'éosine, et les noyaux par l'hématoxyline à l'alun ammoniaco-ferrique. La safranine ne m'a jamais donné de bons résultats, la fixation au liquide de Flemming étant rendue impossible par la présence de globules gras dans le sac embryonnaire. Pour préciser je décrirai le développement de l'ovule du *Stapelia variegata*.

» L'ovule naît comme une excroissance du placenta sans jamais offrir de tégument; aussi dans son ensemble est-il comparable au *nucelle* des ovules normaux. Latéralement une cellule sous-épidermique se différencie, c'est la cellule mère primordiale du sac. Elle s'allonge et ne tarde pas à s'enfoncer dans l'épaisseur du mamelon ovulaire grâce au mécanisme suivant : la cellule épidermique placée au-dessus d'elle se divise par 2 cloisons radiales en 3 cellules. Ces 3 cellules s'allongent en se cloisonnant tangentiellement, elles forment ainsi trois bandelettes cellulaires d'origine épidermique, qui jouent le rôle d'une *calotte* en séparant la cellule mère primordiale de l'extérieur. Plus tard la file moyenne de ces cellules disparait. Il se forme ainsi un canal qui jouera, dans la pénétration du tube pollinique, le même rôle qu'un *micropyle*, mais dont l'origine est toute différente. Lorsque la cellule mère primordiale s'est ainsi enfoncée, elle se divise en 4 cellules filles par 3 cloisons perpendiculaires à son grand axe. La première cloison formée divise la cellule en 2 cellules égales. De ces 2 cellules, celle qui est la plus rapprochée du micropyle se divise à son tour en deux. Enfin la dernière cloison s'établit de façon à diviser en deux celle des 3 cellules ainsi formées qui avoisine le micropyle. En résumé les 3 cloisons se forment successivement du milieu de la cellule mère primordiale du sac, vers son extrémité micropylaire, et la

---

(1) Chauveaud, *La reproduction chez les Dompte-Venin* (*Thèse de la Faculté de médecine de Paris*, 1872).

(2) Vesque, *Annales des Sciences naturelles*, 6e série, t. VIII, p. 365.

(3) D'Hubert, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1896, p. 108.

cellulose qui les constitue se gélifie immédiatement après leur formation. J'appelle *a* la cellule qui est au contact du micropyle; *b*, *c*, *d* les cellules suivantes; *d* étant la plus éloignée de *a*. Au début ces 4 cellules sont inégales: *d* est très grande; *c*, *b*, *a* petites. A partir de ce stade on voit que les dimensions de *d* et de *c* ne se modifient pas, tandis que *b* et *a* s'allongent, cet allongement étant très grand pour la cellule *a*. Au début ces 4 cellules possèdent chacune un seul noyau, mais bientôt le noyau de la cellule *a* se divise en deux. J'appelle ces 2 noyaux an_1 et an_2. Ils ne restent pas côte à côte; l'un, an_2 par exemple, se place à l'extrémité micropylaire de la cellule; l'autre, an_1, au contact de la paroi basale de cette même cellule.

» Pendant que ces modifications se produisent dans la cellule *a*, on voit la cellule *d* se diviser en 2 cellules d_1 et d_2, par une cloison parallèle au grand axe du sac embryonnaire. Il en résulte que cette extrémité du sac est formée de 3 petites cellules d_1, d_2 et *c* qui est restée indivise. Ce sont les 3 cellules *antipodes*.

» Pendant que ce groupe cellulaire se constitue, on voit le noyau de la cellule *b*, que j'appelle *bn*, se déplacer de façon à venir s'accoler à la membrane devenue concave qui sépare cette cellule de la cellule *a*, et comme nous avons vu que l'un des noyaux de la cellule *a*, an_1, s'était déjà accolé à cette cloison, il en résulte qu'à la limite des cellules *a* et *b* on observe 2 noyaux accolés chacun à une des faces de la membrane séparative. Cette membrane disparaît peu de temps après et une continuité s'établit entre les protoplasmes des 2 cellules. En même temps, dans la cellule *a*, les 2 noyaux an_1 et an_2 se sont divisés chacun en 2 autres. Le noyau an_1, qui est logé à la partie basale de la cellule, se divise en 2 noyaux an'_1 et an''_1. A ce stade le contraste entre ces 2 noyaux et le noyau de la cellule *b*, qui, par suite de la mise en continuité des protoplasmas des 2 cellules, est arrivé à leur contact, est particulièrement net.

» an'_1 et an''_1 ont un nucléole petit, une masse chromatique peu dense et claire, un contour sphérique; par contre le noyau de *b*, *bn*, a un nucléole volumineux, une épaisse charpente chromatique et une forme légèrement en croissant. L'un de ces noyaux, an'_1 par exemple, devient le noyau de l'*oosphère*, et l'autre, an''_1, se logeant dans la concavité du noyau *bn*, s'unit à lui pour former un gros noyau à 2 nucléoles, qui n'est autre chose que le *noyau secondaire* du sac. En même temps le noyau an_2 s'est divisé en 2 noyaux an'_2 et an''_2 qui ont les mêmes caractères que les noyaux an'_1 et an''_1. Ils deviennent les 2 noyaux des *synergides*. Finalement il s'est constitué un sac embryonnaire normal à 3 cellules antipodes, un noyau secondaire du sac, 1 oosphère et 2 synergides. Mais l'ordre des cloisonnements et des bipartitions n'est pas le même que celui qui est généralement admis.

» En résumé j'ai établi que, dans le genre *Stapelia*, l'ovule est réduit à son nucelle, que la pénétration du tube pollinique est facilitée par l'existence d'un canal creusé dans un tissu spécial d'origine épidermique. J'ai montré, en outre, que la cellule mère primordiale donne d'abord naissance à 4 cellules filles; que 2 de ces cellules se fusionnent en une cellule où se forment l'oosphère, les 2 synergides et le noyau secondaire, tandis que les 2 autres donnent naissance aux antipodes. A quelques détails près,

l'étude des sacs embryonnaires d'*Araujia*, de *Marsdenia* et de *Gomphocarpus*, m'a fourni des résultats analogues. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Grès nubien*. Note de M. **R. Fourtau**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La question de la place stratigraphique des grès sans fossiles, connus généralement sous le nom de *grès nubiens*, est une des plus importantes pour la géologie de l'Égypte et des régions voisines. Tous les savants qui, jusqu'à ce jour, ont traité cette question diffèrent sensiblement d'opinion. On fut porté d'abord à les considérer comme l'équivalent du *new red sandstone* des géologues anglais; puis Lartet démontra qu'en Syrie ils étaient albiens; M. Zittel, dans les oasis du désert libyque, y vit du Sénonien; en 1886, Schweinfurth découvrit dans l'ouady Arabah une bande de grès contenant des fossiles paléozoïques que Beyrich détermina comme carbonifériens; plus tard, J. Walther, au Sinaï, trouva une faune un peu plus récente attribuée à l'Artinskien, opinion que semble partager M. de Morgan. Enfin, tout récemment, M. Blanckenhorn admet, pour la partie inférieure, un âge paléozoïque, tandis que la partie supérieure de ces grès appartiendrait, d'après lui, au Cénomanien.

» Cette dernière théorie, la plus récente en date, d'ailleurs, paraît admettre dans la série sédimentaire de l'Égypte un *hiatus* considérable qui ne s'explique pas.

» Mes excursions dans la vallée du Nil et dans le désert arabique, ainsi que dans la partie occidentale de la presqu'île du Sinaï, m'ont bien souvent mis à même d'étudier ces grès, et, de mes observations dans différentes localités, j'ai pu dégager une conclusion intéressante, qui paraîtra tout d'abord paradoxale : c'est que tous les auteurs précités ont raison pour la localité qu'ils ont étudiée, mais qu'ils ont eu l'imprudence de généraliser, pour une formation d'une immense étendue, des observations exactes sur un seul point.

» En réalité, nous devons considérer la formation gréseuse qui couvre de si vastes espaces de terrain depuis la Palestine jusqu'au Soudan égyptien et au désert libyque, comme un véritable désert fossile semblable au désert actuel et dont la limite a avancé ou reculé suivant la transgression ou la régression des mers primaires et secondaires. Ces grès ne furent au début que le produit de l'érosion du bombement archéen dont les restes forment

aujourd'hui le massif central du Sinaï et de l'Etbaye; plus tard, à cette érosion directe du granit est venue s'ajouter l'érosion des couches de grès plus anciennes, remaniements qui donnèrent des bandes gréseuses au grain de plus en plus serré. Les découvertes de Schweinfurth et de Walther prouvent que le rivage des mers à la fin de l'époque primaire et au commencement du secondaire se trouvait sous le parallèle de l'ouady Arabah, en Égypte, et de l'ouady Chellal au Sinaï, tout comme la bande fossilifère de l'ouady Mohr nous fixe définitivement la limite de la transgression cénomanienne en Égypte. La mer sénonienne a poussé plus au sud, comme le prouvent les grès fossilifères de l'ouady Haouaschich et des environs d'Esneh, et si Zittel a fait sénoniens les grès des oasis, c'est qu'il les a vus disparaître sous la craie blanche la plus supérieure. Enfin, la découverte de Lartet en Syrie nous indique la limite nord de ce même désert à l'époque albienne.

» De même, aujourd'hui, s'il se produisait une nouvelle transgression marine dans le plateau libyque, l'immense mer de sables qui arrêta la marche vers l'ouest de Zittel et de Rholfs donnerait, sans nul doute, naissance à une nouvelle bande de grès que l'on aurait de la peine plus tard à discerner de celles de l'ouady Keneh et du nord du désert arabique.

» Nous ne devons donc accepter les termes de *grès nubien* ou de *grès du désert* que comme de simples expressions pétrographiques, analogues au *flysch* des auteurs allemands et sans aucune valeur stratigraphique, car, pour le géologue qui étudie l'Égypte et les régions voisines, cette formation gréseuse comble une lacune, mais ne justifie pas un hiatus. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la nature des courants électriques du nerf.* Note de M. N.-E. WEDENSKY, présentée par M. Marey.

« La théorie la plus explicite des phénomènes électriques observés sur le nerf et le muscle est sans doute celle d'Hermann. Néanmoins elle ne fournit pas de solution satisfaisante sur quelques points assez importants. Par exemple, pourquoi le courant *démarcationnel* diminue progressivement avec le temps, finit par disparaître et se change même parfois en un courant faible de direction opposée? La *surface de démarcation* reste donc limitée dans le nerf, parce que l'altération traumatique ne va, dans les fibres, que jusqu'au premier étranglement de Ranvier et la *section* nouvelle fait immédiatement réapparaître un fort courant (Engelmann). Autre

exemple : cette théorie ne nous explique point la variation positive remplaçant dans certains cas la variation négative, ainsi que cela a été signalé depuis longtemps par plusieurs auteurs. Dans mes expériences faites il y a 18 ans, lorsque, dans le but de démontrer l'infatigabilité du nerf, j'entretenais la tétanisation pendant plusieurs heures de suite, j'ai eu l'occasion de constater que ce phénomène a toujours lieu si le courant de repos devient très faible, les conditions d'excitation étant les mêmes que pour la variation négative. Cette observation a été pareillement faite dans mon laboratoire à propos d'autres recherches (Cosatcheck, Kargemoff, Boïno-Rodsevitch, Tour) et plus récemment par M. Waller.

» Les expériences dont je vais parler ont leur point de départ dans mes recherches sur la narcose du nerf (1).

» J'ai remarqué qu'un état tout à fait analogue à la narcose se produit, dans le nerf, non seulement sous l'influence des narcotiques, mais aussi sous l'action d'agents chimiques fort différents et d'excitants physiques après qu'ils avaient agi sur le nerf avec une certaine intensité et durée. En considération des conditions très variées qui aboutissent toujours au même changement du nerf, je l'ai désigné par la dénomination plus générale de *parabiose*. Aussi bien dans les phases qui précèdent l'installation de la parabiose que dans les phases de restitution, le nerf passe infailliblement par les trois stades caractéristiques dont une description sommaire est reproduite dans ma dernière Note à l'Académie (13 octobre).

» Je me suis proposé, dans mes recherches nouvelles, d'étudier les phénomènes électriques par lesquels s'exprime la parabiose toute développée, ainsi que les stades intermédiaires entre celle-ci et l'état normal.

» Dans ce but, j'ai relié avec le galvanomètre des points différents (les points altérés d'une part, les points inaltérés d'une autre) de la partie inférieure du nerf, tandis que sa partie supérieure était destinée à la tétanisation électrique, le muscle nous manifestant les modifications fonctionnelles éprouvées par le nerf. Pour poursuivre ces modifications de plus près encore, j'ai disjoint du galvanomètre, de temps en temps, les électrodes impolarisables et je les ai transformés en électrodes excitants.

» Quelle que soit la cause d'origine de la parabiose (les narcotiques; les excitants chimiques, électriques, thermiques), la partie parabiosique accuse toujours une négativité prononcée par rapport à des points normaux du nerf, d'où résulte *le courant parabiosique*. Pour que la parabiose soit complète, ce courant doit avoir une cer-

(1) *Archives de Pflüger*, t. LXXXII. — *Excitation, inhibition et narcose*. Saint-Pétersbourg, 1901. — *Comptes rendus*, 13 octobre 1902.

taine intensité. Lorsque cette dernière baisse au-dessous d'un certain niveau, le nerf passe par les stades intermédiaires, et, avant qu'il revienne tout à fait à l'état fonctionnel normal, le courant éprouve le renversement (*le courant prodromique*, toujours d'une intensité très faible).

» Tant que la parabiose (la suppression complète de l'excitabilité et de la conductibilité) persiste, le courant parabiosique éprouve la variation négative sous l'influence de la tétanisation, ce qui est tout à fait conforme aux règles qui régissent le courant démarcationnel. Au contraire, dans *les stades intermédiaires*, la variation du courant parabiosique peut revêtir des formes très variées. Dans certains cas, c'est la variation positive pure qui s'observe. Dans d'autres, la variation est positive au commencement de la tétanisation, puis elle devient négative. Pour d'autres cas encore, c'est l'arrière-variation (*positive Nachschwankung*) qui est très caractéristique, etc.

» Tous ces phénomènes paraissent bizarres et irréguliers. Ils ne le seront point si nous les envisageons au point de vue de la théorie que j'ai formulée sur la parabiose. D'après cette théorie, la parabiose doit être considérée comme un état d'excitation singulière, locale et stable, analogue à la contraction idio-musculaire et, comme celle-ci, réfractaire aux excitations extérieures. A ce point de vue, tous les phénomènes signalés présentent non seulement une régularité rigoureuse, mais ils peuvent même, jusqu'à un certain degré, être prévus d'avance.

» Les effets galvanométriques de la tétanisation doivent être toujours interprétés comme addition algébrique de la négativité locale persistante, d'une part, et, d'autre part, de celle des ondes d'excitation arrivant des points normaux. Pour ce qui regarde l'arrière-variation positive, elle a un phénomène corrélatif parfait dans l'arrière-dépression (un équivalent de l'aggravation parabiosique) que laisse la tétanisation dans la partie du nerf prédisposée à la parabiose.

» Dès lors, il est permis de supposer que la même manière de voir pourrait être totalement appliquée à l'interprétation du courant démarcationnel. Celui-ci existe tant qu'existe l'état parabiosique dû à la section du nerf. Ce courant décroît à mesure que l'excitation parabiosique disparaît. Dans les stades intermédiaires, la tétanisation doit ramener toutes les variations analogues à celles dont je viens de parler. J'exprime cet espoir en m'appuyant sur mes anciennes expériences galvanométriques, de même que sur celles des auteurs cités plus haut.

» Enfin, pour contrôler mes vues sur le courant démarcationnel comme résultant des changements fonctionnels transitoires, j'ai proposé à M. Astvatzatouroff de faire une étude détaillée des modifications de l'excitabilité du nerf dans le voisinage de la *section*. Il a constaté en effet que la diminution, bien connue, de l'excitabilité pour les courants ascendants, y disparaît après un certain temps et peut même se changer en excitabilité plus grande que pour les courants descendants. C'est un parallélisme complet avec ce que j'ai trouvé pour la restitution de la parabiose.

» Je crois que le courant démarcationnel et toutes ses variations, sous l'influence de l'irritation, ne recevront une interprétation décisive que par l'étude approfondie de l'état parabiosique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Rôle de la fonction adipogénique du foie chez les Invertébrés.* Note de Mlle C. **Deflandre**, présentée par M. Alfred Giard.

« La fonction adipogénique du foie paraît avoir une généralité très grande chez les Invertébrés. Dans une Communication à la Société de Biologie, nous avons montré que, chez les Mollusques, en particulier, les réserves adipeuses de l'hépato-pancréas étaient considérables, mais qu'elles étaient intermittentes et sujettes à des variations saisonnières : nous avons, depuis, vérifié cette loi pour beaucoup d'autres animaux, et avons cherché à en déterminer la signification physiologique.

» Une première hypothèse établit un rapport entre cette fonction et l'état de la température; c'est, en effet, presque toujours au printemps, lorsque la température s'élève, que la graisse est particulièrement abondante. Mais, d'une part, certains animaux, tels que *Mytilus edulis, Pecten asper,* ont des réserves adipeuses considérables en hiver; d'autre part, les expériences que nous avons faites relativement à l'influence de la température sur la teneur en graisse du foie ne sont pas favorables à cette manière de voir : c'est ainsi que des Escargots bien alimentés, mis pendant 10 jours à l'étuve à 39° après y avoir été progressivement habitués, n'ont plus présenté, après ce laps de temps, aucune trace de graisse hépatique. La transformation artificielle de ces Mollusques en animaux à sang chaud a donc suffi pour faire disparaître les réserves graisseuses.

» Une deuxième hypothèse consiste à établir un rapport entre l'alimentation de l'animal, plus intense au printemps, et les réserves adipeuses. Il doit y avoir une grande part de vérité dans cette hypothèse; car, dans nos expériences, les animaux soumis au jeûne consomment la totalité de leurs réserves hépatiques; et, inversement, certains animaux, particulièrement bien nourris, les *Mytilus* par exemple, accumulent, pendant toute l'année, des réserves adipeuses et glycogéniques.

» Il semble donc bien que la fonction adipogénique du foie ait essentiellement pour but d'accumuler des réserves nutritives, provenant de la suralimentation, et destinées à des besoins ultérieurs. A ce point de vue, la fonction adipogénique doit être comparée à la fonction glycogénique, beaucoup moins développée chez les Invertébrés, et qu'elle supplée en partie.

» Néanmoins la fonction adipogénique nous a paru avoir une autre signification plus spéciale : en effet, le foie de certains animaux n'est riche en graisse que pendant un intervalle de temps beaucoup plus court que celui de la suralimentation ; or, ce temps coïncide avec la période de formation des œufs. C'est ainsi que l'*Helix pomatia* ne possède une glande hépatique riche en graisse que pendant les mois de mai et de juin, c'est-à-dire au moment de l'ovulation ; la graisse disparaît, par contre, au mois de juillet, alors que la nutrition de l'animal est tout à fait favorable.

» Ces faits semblent démontrer que la fonction adipogénique est intimement liée à la fonction génitale ; on peut supposer, par exemple, que la glande hépatique emmagasine d'abord des réserves adipeuses pour en charger secondairement les œufs au moment de leur développement.

» En faveur de cette hypothèse, nous ferons remarquer l'intrication très intime des glandes hépatiques et génitales chez les Mollusques ; sur une même coupe, on observe fréquemment des ovules à différents états de développement en plein tissu hépatique ; on voit alors, à certains moments particulièrement favorables, les réserves adipeuses du foie diminuer au fur et à mesure que la périphérie des ovules se surcharge de graisse ; les lacunes de communication entre les deux organes contiennent d'ailleurs assez souvent des granulations adipeuses qui démontrent le passage de la graisse de la glande hépatique à la glande génitale : nous avons constaté particulièrement ce fait chez *Donax trunculus, Tapes pullaster, Cardium edule, Chiton marginatus ;* ces animaux ont été recueillis en septembre, au laboratoire de Wimereux.

» Chez les Astéries, on constate un phénomène du même ordre : les glandes hépatiques et génitales se succèdent à la même place dans le prolongement des bras ; au fur et à mesure que la glande hépatique diminue de volume, les glandes génitales se développent ; ajoutons que les glandes hépatiques de l'*Asterias rubens* sont particulièrement riches en graisse.

» Chez les Crustacés, et en particulier chez l'*Astacus fluviatilis,* nous avons remarqué que le foie était très riche en graisse avant la ponte des œufs et que la graisse diminuait notablement aussitôt après celle-ci.

» *En résumé,* la glande hépatique des Invertébrés est un entrepôt de réserves nutritives, ainsi d'ailleurs que l'organe similaire des animaux supérieurs ; mais, tandis que chez les animaux à sang froid ces réserves sont essentiellement constituées par des graisses, chez les animaux supérieurs elles sont plutôt constituées par du glycogène. Ce fait n'en établit pas moins, malgré leur différence de structure, une analogie fonctionnelle évidente entre ces organes.

» Les réserves adipogéniques du foie, économisées pendant la saison

favorable à la suralimentation, servent non seulement à l'individu, mais aussi à sa descendance; elles se transmettent, en effet, en grande partie, au moment de l'ovulation, aux produits sexuels qui se constituent, et leur assurent ainsi les provisions nutritives indispensables aux premiers temps de leur développement. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur l'existence de l'arsenic dans la série animale.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Roux.

« A la suite des expériences que j'ai décrites concernant la recherche de petites quantités d'arsenic et l'existence de ce métalloïde dans l'organisme de plusieurs Mammifères ([1]), il m'a paru nécessaire d'examiner si l'arsenic se rencontre aussi chez d'autres animaux et même de poursuivre cette recherche jusque chez les types les moins élevés en organisation.

» Le problème se pose, en effet, de savoir si l'arsenic est un élément primordial de la cellule vivante, ou bien s'il répond seulement au besoin d'une fonction particulière, apparue à un certain degré de l'échelle animale.

» Pour résoudre ce problème d'une manière satisfaisante, et pouvoir tirer des nouvelles recherches tout l'enseignement qu'elles comportent, il était indispensable d'opérer dans des conditions aussi rigoureuses que possible, c'est-à-dire sur des animaux vivant dans un milieu normal, éloignés, par conséquent, de toutes ces causes de contamination qui résultent du contact plus ou moins direct avec l'industrie moderne.

» Les Cétacés, certains Oiseaux, des Poissons et d'autres animaux qui fréquentent les abîmes de l'Océan, présentent, à ce point de vue, les meilleures garanties. Ce sont eux que j'ai choisis, et, grâce à la générosité de S. A. S. le prince de Monaco, ce sont eux que j'ai pu étudier.

» Toutes les captures, et même une partie des recherches chimiques (destruction de la matière organique et séparation du métalloïde) ont été effectuées au cours d'une croisière scientifique entreprise cette année, du 18 juillet au 17 septembre, à bord du yacht *Princesse-Alice*.

» A l'exception d'un Mouton, qui provient des pâturages du mont Pico, et de l'Orque, harponnée par le prince en Méditerranée, les autres matériaux d'études ont été recueillis en plein Atlantique, quelquefois à 1800^{m}

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1434.

de profondeur, dans une zone comprise entre Gibraltar, les Açores et l'ouverture de la Manche (exactement le banc de la Petite-Sole).

» Toutes les expériences faites pendant la croisière ont été reproduites au retour dans le laboratoire de l'Institut Pasteur. Aussi avait-on prélevé de chaque animal, ou partie d'animal, un échantillon de poids connu, qu'on a conservé dans une quantité à peu près égale d'alcool exempt d'arsenic.

» L'acide nitrique, employé pour la destruction des matières organiques, était encore plus pur que celui ayant servi dans mes précédentes recherches. Il en fallait 300g pour donner, avec 30g d'acide sulfurique et 25g de zinc, un anneau d'un demi-millième de milligramme, c'est-à-dire pour atteindre la limite de sensibilité de la méthode, telle que je l'ai modifiée. Dans aucune expérience, d'ailleurs, on n'a employé une aussi grande quantité de réactifs pour rechercher l'arsenic.

» Ne pouvant donner ici de détail de chaque expérience, je résumerai, en un Tableau, les principaux résultats que j'ai obtenus [1] :

Noms des espèces [2].	Organes examinés.	Matière sèche soumise à l'expérience.	Poids des acides employés dans l'attaque : azot.	sulfur.	Arsenic obtenu [3] en milligrammes.
Mouton (*Ovis aries* L.)............	cornes	20g	50g,5	10g,5	0,004
Orque (*Orca gladiator* L.)........	glande thyroïde	50 à l'état frais	45	10	0,0025
» »	peau	40,0	86,5	19,5	0,0035
Pétrelle (*Procellaria pelagica* L.).	plumes	34,0	43,0	15,0	0,0025
Tortue (*Thallassochelys caretta* L.).	écaille	20,0	40,5	9,5	0,0035
Serran (*Serranus atricauda* Günt.).	peau	22,2	45,0	12,0	0,001
» » .	muscles	17,1	33,0	8,0	0,001
» » .	écailles	environ 20g	»	»	0,001
Grondin (*Trigla Pini* Bloch)......	peau	32,7	36,0	14,0	0,005
» »	muscles	30,1	71,0	14,0	0,0015
Germon (*Thunnus alalonga* Gm.).	peau	26,0	180,0	40,0	0,0035 à 0,004
Roussette (*Scyllium canicula* Cuv.).	peau	22,7	45,0	15,0	0,0025 à 0,003
Squale (*Centrocynurus cœlolepis* Boc.)........................	testicules	12,5	16,0	7,0	0,0015
Seiche (*Sepia officinalis* L.).......	corps entier, moins l'os	40,8	81,0	14,0	0,002

---

(1) Pour tous les détails, voir le Mémoire publié dans les *Annales de l'Institut Pasteur*.

(2) Presque toutes ces espèces ont été déterminées par M. le Dr J. Richard. La détermination de l'éponge est due à M. Topsent.

(3) Ces poids d'arsenic se rapportent à ceux de matières sèches mis en expérience.

Noms des espèces.	Organes examinés.	Matière sèche soumise à l'expérience.	Poids des acides employés dans l'attaque : azot.	sulfur.	Arsenic obtenu en milligrammes.
Anatife (*Lepas anatifera* L.)......	corps, moins les coquilles	31g,5	147g,0	26g,0	0,002
Holothurie (*Stichopus regalis* Cuv.).	entière	81,8	72,0	15,0	0,003
Oursin (*Strongylocentrotus dröbachensis* Agassiz)................	entier	30,4	32,5	33,5	0,0045
Étoile de mer (*Pedicellaster sexradiatus* Perrier).................	entière	29,0	40,5	19,5	0,002
Actinie (?)......................	entière	13,1	18,0	7,0	0,002
Éponge (*Desmacidon fruticosa* Montagu)........................	entière	36,7	67,5	17,5	0,005

» Comme on le voit par ces résultats, tous les animaux examinés, depuis les Vertébrés supérieurs jusqu'aux Spongiaires, renferment de petites quantités d'arsenic.

» La présence de ce métalloïde n'est donc pas, comme celle d'autres éléments, en quelque sorte caractéristique de certains groupes d'êtres. Tandis que l'acte respiratoire, par exemple, s'accomplit avec le concours du cuivre chez des Crustacés et des Mollusques, avec celui du fer chez les Vertébrés, la différenciation morphologique et fonctionnelle s'est poursuivie, chez les animaux, sans s'accompagner, en ce qui concerne l'arsenic, d'aucune différenciation chimique élémentaire.

» Il ressort en outre de mes recherches qu'au lieu d'être localisé dans certains organes, où il peut toutefois, dans certains cas, exister en plus grande proportion, l'arsenic se retrouve, au contraire, dans tous les tissus. Ce métalloïde serait donc, au même titre que le carbone, l'azote, le soufre et le phosphore, un élément fondamental du protoplasme.

» Une telle conclusion comporte des conséquences importantes dont l'une des plus immédiates s'applique à la médecine légale. M. A. Gautier a montré qu'une petite quantité d'arsenic existe, chez l'homme, dans la glande thyroïde; qu'il y en a aussi des traces dans le cerveau, dans la peau et ses annexes [1]. Cette découverte de M. A. Gautier se trouve aujourd'hui non seulement appuyée par des faits d'une signification très générale, mais encore étendue à tous les tissus de l'organisme. On peut dire que des

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX et CXXX.

traces d'arsenic isolées du corps de l'homme, même du tube digestif, du foie ou des muscles, peuvent avoir une origine exclusivement normale. On devra donc toujours, en cas d'expertise médico-légale, baser ses conclusions sur des dosages et non pas, comme on l'a malheureusement fait quelquefois, se contenter de simples recherches qualitatives. »

M. **Armand Gautier**, à propos de la Note de M. *G. Bertrand*, présente les observations suivantes :

« Les intéressantes observations de M. G. Bertrand établissent la généralité de la présence et du rôle de l'arsenic chez les animaux sauvages et marins, comme je l'avais déjà fait moi-même pour les domestiques et terrestres; mais je suis loin de croire que cet élément soit, chez eux, uniformément répandu. Je pense avoir démontré, au contraire, par de très nombreuses expériences, qu'il n'existe pas, ou n'existe qu'en quantités infinitésimales, dans beaucoup de tissus.

» Guidé par mes premières constatations que l'arsenic *se localise surtout dans les organes ectodermiques,* j'ai retrouvé ce métalloïde dans la peau et ses annexes : cheveux, cornes, barbes de plumes, etc. Je n'ai pu en trouver dans les muscles, le tissu adipeux, le foie et la plupart des glandes des Mammifères terrestres.

» D'ailleurs, l'arsenic n'est pas exclusivement propre au règne animal ; je l'ai rencontré aussi dans toutes les Algues à chlorophylle, terrestres ou marines.

» Enfin je me suis assuré que l'eau de mer elle-même est arsénicale.

» Je donnerai une Note à ce sujet dans la prochaine séance. »

TÉRATOLOGIE. — *Un nouveau genre de Tératopage, les Hypogastropages de type opérable.* Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. Lannelongue.

« Au cours d'un examen récent de la vitrine consacrée aux Monstres doubles, au Musée d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine de Paris, nous avons trouvé, dans un bocal portant le n° 114^A, un spécimen de Tératopage, constituant un genre nouveau, non signalé dans les Traités classiques de Tératologie.

» *a*. L'étiquette du bocal porte cette seule indication : « Deux fœtus réunis par la » partie supérieure du corps et confondus inférieurement; le cordon et le foie étaient » uniques; il y avait deux estomacs », etc. Un procès-verbal donne des détails sur l'accouchement (Creulher, chirurgien à Luçon, 1835). Le registre du Musée (article *Tératologie*, 114^A) donne une phrase en plus, après le mot *accouchement*. La voici : « et une description sommaire des fœtus ». Mais cette étiquette ne nous a pas paru correspondre au monstre qu'elle désigne actuellement.

» Nous avons mis tout en œuvre pour retrouver, à Luçon, des documents sur le monstre correspondant à cette étiquette; mais notre correspondant, M. le docteur Choyau, n'a rien pu découvrir relativement à la naissance de ce sujet.

» *b*. En ce qui concerne le sujet, il s'agit d'un *Page* élémentaire et très simple dans lequel l'union, au lieu de se faire entre l'ombilic et l'appendice xiphoïde, autrement dit dans la région épigastrique comme dans les Xiphopages (d'où le nom proposé par nous d'*Épigastropage* pour ce genre de monstruosité), se trouve correspondre à l'hypogastre, c'est-à-dire est étendue de l'ombilic à la région prépubienne. On peut, par suite, donner à ce genre nouveau le nom d'*Hypogastropage*.

» Après avoir relu la description d'un cas publié jadis par Depaul [1], nous avons conclu, de la comparaison de cette pièce et de ce document, que le bocal 114^A devait contenir le sujet décrit il y a 45 ans par l'illustre maître.

» Nous ne donnerons donc pas ici une description nouvelle de ce type d'Hypogastropage, renvoyant à la Note de Depaul [2]. Nous nous bornerons à signaler que les deux fœtus sont bien *de même sexe*, comme de règle, et du *sexe masculin*, et qu'il n'y a qu'un seul testicule descendu dans chaque scrotum : ce qui n'avait pas été indiqué.

» Le pédicule d'union a environ 4^{cm} de hauteur, et l'on voit, à la partie médiane de son bord supérieur, une petite cicatrice de la largeur d'une lentille, correspondant à l'insertion du cordon ombilical, qui était, bien entendu, unique.

» Dans le Mémoire que nous consacrerons ultérieurement à ce monstre, si nous obtenons la permission de le disséquer, nous insisterons sur la disposition des organes internes *conservés*, dont Depaul n'a pas parlé.

» Ce type de Tératopage est *viable*, puisque le sujet de Depaul a vécu 21 jours, malgré une anomalie anale, très rare, semblant devoir à brève échéance entraîner la mort, et constituée par une imperforation anale chez les deux composants [3].

---

(1) Depaul, *Bulletin de la Soc. anatomique de Paris*, t. XXXII, 1857, p. 283-285.

(2) Depaul a ouvert les deux sujets; mais les cavités abdominales sont aujourd'hui refermées.

(3) La mort n'a pas eu lieu au moment de l'accouchement, parce que la mère était

» Qui plus est, il est *opérable,* même dans le cas en question, qui ne doit pas, croyons-nous, représenter l'espèce typique. Il aurait suffi, en effet, de faire en ces circonstances, après section du pont cutané d'union, deux *anus hypogastriques*, plus ou moins *provisoires* (¹).

» Les Hypogastropages, dont nous connaissons désormais au moins une observation (²), ne sont en réalité que des *Pages* unis *au-dessous* de l'ombilic, tandis que les Xiphopages (ou Épigastropages) sont des monstres soudés *au-dessus* de l'ombilic. Comme chez ces Pages bien connus, qui vivent parfaitement et qui sont opérables (³), la soudure correspond à la face antérieure du corps; par suite le mode de formation de ce nouveau type de monstruosité double doit être comparable à celui des autres Tératopages abdomino-thoraciques.

» Il n'est pas probable qu'il y ait de l'inversion des viscères (⁴), mais c'est à vérifier par l'examen des cœurs (grâce à la radiographie), par exemple.

» C'est un genre évidemment intermédiaire entre les Xiphopages et les Ischiopages, d'où dérivent les Ischioxiphopages, inconnus jadis. La découverte de ce genre est une preuve de plus de ce fait que, en Tératologie des monstres doubles, on doit trouver tous les intermédiaires possibles entre les types éloignés les uns des autres. »

VITICULTURE. — *Sur la préparation d'un soufre pulvérulent directement miscible aux bouillies cupriques, et sur l'efficacité d'un traitement simultané des vignobles contre l'oïdium et le mildew.* Note de MM. **M.** et **A. Campagne.**

« Sans contester ce que peut avoir d'original la Note du 28 juillet 1902, de M. Guillon, relativement au traitement, par un même liquide, du mildiew et de l'oïdium, nous croyons devoir informer l'Académie qu'un bre-

une *multipare,* et parce que le pédicule d'union est tel, dans ces cas, qu'il gêne peu le travail, comme dans la xiphopagie.

(¹) Si les sujets avaient guéri on aurait pu, plus tard, transformer ces anus.

(²) Il est probable que, en cherchant dans la littérature médicale, on trouvera d'autres faits comparables.

(³) M. Baudouin, *Les monstres doubles autositaires opérés et opérables.* (*Revue de Chirurgie,* mai 1902. Tiré à part; Paris, 1902, in-8°.)

(⁴) Il n'est pas parlé d'inversion dans le fait de Depaul.

vet, en date du 24 avril 1902, établit pour nous la priorité de fabrication du soufre *mouillable* directement par l'eau, base essentielle des essais de M. Guillon.

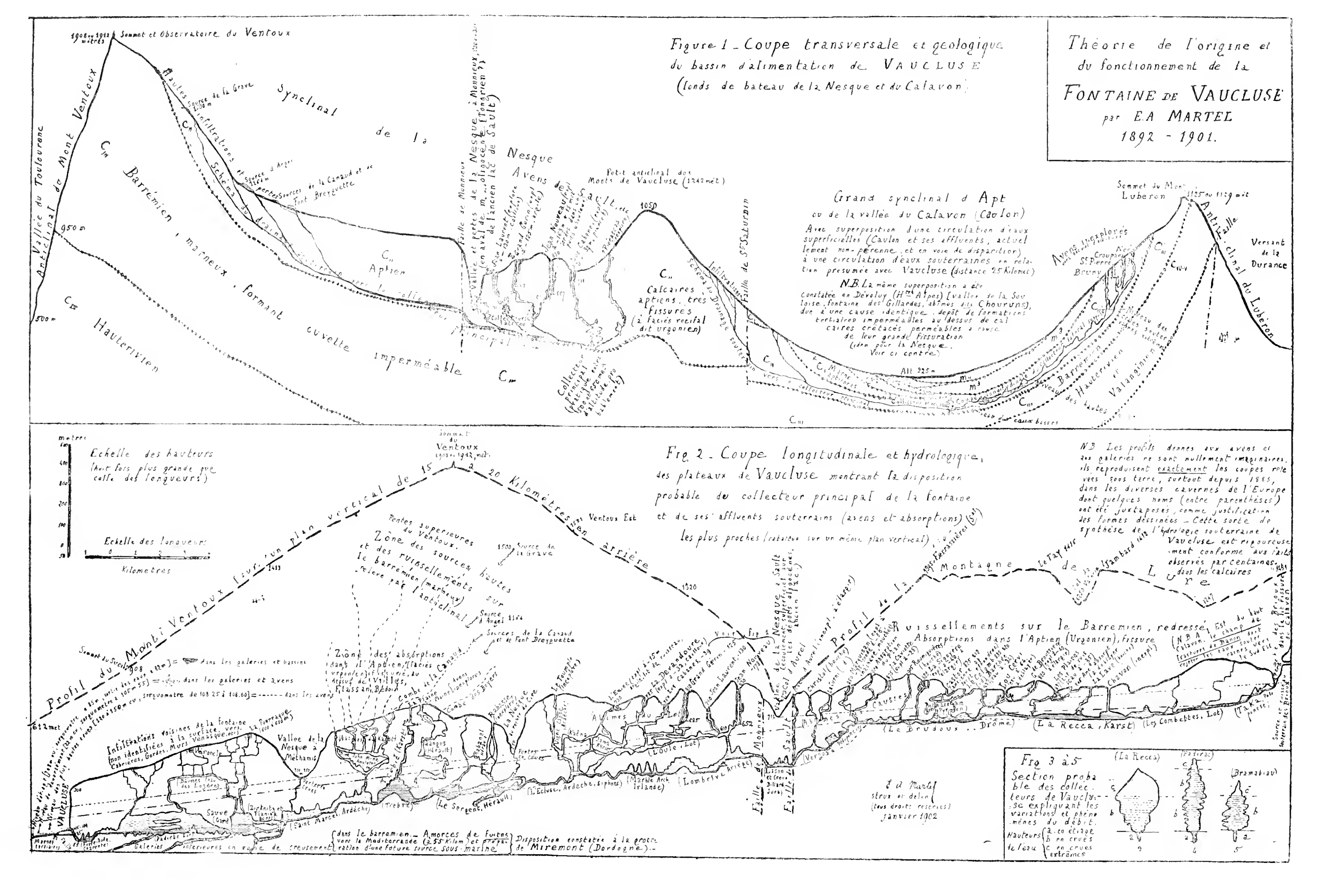
» Ce soufre, mélangeable à toute bouillie cuprique, est dans le commerce depuis avril 1902 et a, du reste, été communiqué, sur sa demande, à M. Guillon, en date du 5 mai 1902. »

HYDROLOGIE. — *Sur le fonctionnement et l'alimentation de la fontaine de Vaucluse.* Note de M. **E.-A. Martel.**

« Il est généralement admis que Vaucluse (voir *Comptes rendus*, 27 janvier 1902) constitue « le trop plein d'une vaste *nappe* d'eau souterraine » (Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, feuille de Forcalquier, 1892), formant une » réserve d'au moins 10000000$^{m^3}$ d'eau » (Marius Bouvier, *Comptes rendus de l'Assoc. franç. pour l'avancement des Sciences*, 1879), etc.

» Or, Vaucluse est simplement *le débouché d'un fleuve souterrain*, dont l'écoulement a lieu par de longs et hauts canaux renflés au milieu, où de considérables variations de niveau se produisent sous la double influence : 1° du jeu irrégulier des précipitations atmosphériques et des infiltrations qui en résultent; 2° des rétrécissements, siphonnements et éboulements intérieurs, agissant comme des vannes retardatrices et transformant ces canaux en *réservoirs temporaires étroits*. Ces variations, engendrant de grandes différences de pression hydrostatique, provoquent une mise en charge plus ou moins considérable des *veines* liquides ramifiées sous terre; et la répercussion de cette pression variable sur le *dernier vase communicant* qui forme, dans une faille, l'émergence de Vaucluse amène les écarts de niveau et de débit de la fontaine.

» Telles sont l'allure et la disposition du système hydraulique de Vaucluse; j'ai essayé de les schématiser sur la planche ci-contre, en y condensant tous les éléments du problème. Seules quelques-unes des coupes d'avens y correspondent à la réalité des choses matériellement constatées; mais le surplus des profils ne fait que reproduire des formes expérimentalement relevées ailleurs. Cette synthèse n'est donc théorique que pour partie. Et, si l'on entreprend jamais le colossal travail de la désobstruction des avens, pour parvenir aux collecteurs de Vaucluse, on leur rencontrera certainement des coupes et profils analogues.



Théorie de l'origine et du fonctionnement de la FONTAINE DE VAUCLUSE par E.A MARTEL 1892 - 1901.
Figure 1 - Coupe transversale et géologique du bassin d'alimentation de VAUCLUSE (fonds de bateau de la Nesque et du Calavon)
Sommet et Observatoire du Ventoux
Anticlinal du Mont Ventoux
Vallée du Toulourenc
Synclinal de la Nesque
Avens de Sault
Barrémien, marneux, formant cuvette imperméable
Hauterivien
Aptien
Petit anticlinal des Monts de Vaucluse (1242 mèt)
Calcaires aptiens, très fissurés (à faciès récifal dit urgonien)
Faille de Monnieux
Faille de St Saturnin
Grand synclinal d'Apt ou de la vallée du Calavon (Caulon)
Avec superposition d'une circulation d'eaux superficielles (Caulon et ses affluents, actuellement non-pérenne, et en voie de disparition) à une circulation d'eaux souterraines en relation présumée avec Vaucluse (distance 25 Kilomet)
N.B. La même superposition a été constatée en Dévoluy (Htes Alpes) [vallée de la Souloise, fontaine des Gillardes, abîmes des Chourums], due à une cause identique, dépôt de formations tertiaires imperméables au dessus de calcaires crétacés perméables à cause de leur grande fissuration (idem pour la Nesque. Voir ci contre)
Sommet du Mont Luberon
Anticlinal du Luberon
Faille
Versant de la Durance
Fig 2 - Coupe longitudinale et hydrologique, des plateaux de Vaucluse montrant la disposition probable du collecteur principal de la fontaine et de ses affluents souterrains (avens et absorptions) les plus proches (rabattus sur un même plan vertical)
Echelle des hauteurs (huit fois plus grande que celle des longueurs)
Echelle des longueurs
Kilometres
Sommet du Ventoux
Profil du Mont Ventoux (sur un plan vertical de 15 à 20 Kilomètres en arrière)
Ventoux Est
Zône des sources hautes et des ruissellements sur le barrémien (marneux) relevé par l'anticlinal
Zône des absorptions dans l'Aptien
Profil de la Montagne de Lure
Ruissellements sur le Barrémien, redressé
Absorptions dans l'Aptien (Urgonien), fissure
N.B. Les profils donnés aux avens et aux galeries ne sont nullement imaginaires, ils reproduisent exactement les coupes relevées sous terre, surtout depuis 1885, dans les diverses cavernes de l'Europe dont quelques noms (entre parenthèses) ont été juxtaposés, comme justification des formes dessinées. - Cette sorte de synthèse de l'hydrologie souterraine de Vaucluse est rigoureusement conforme aux faits observés par centaines dans les calcaires
Vallée de la Nesque à Méthamis
VAUCLUSE
Faille de Monnieux
Faille de Sault
(Le Brudoux .. Drôme)
(La Recca, Karst)
(Les Combettes, Lot)
(Le Sergent, Hérault)
(Saint Marcel, Ardèche)
(Lombrive, Ariège)
dans le barrémien. - Amorces de futures (à 55 Kilom) et propagation d'une future source sous-marine
Disposition constatée à la protection de Miremont (Dordogne).
E. A. Martel strux et delin (tous droits réservés) janvier 1902
Fig 3 à 5 Section probable des collecteurs de Vaucluse expliquant les variations et phénomènes du débit.
Hauteurs de l'eau: a. en étiage, b en crues, c en crues extrêmes
(La Recca) (Padirac) (Bramabiau)

» Mon hypothèse d'ailleurs satisfait pleinement aux données recueillies, depuis 1873, par la Commission météorologique de Vaucluse.

» 1° *La cavité la plus proche de l'émergence n'est pas d'une grande capacité*, à cause des particularités météorologiques constatées : d'une part, en effet, la température moyenne annuelle de la fontaine s'est toujours montrée de 2° inférieure (exactement 1°,93) à celle de l'air; d'autre part, la température de l'eau, chaque année, varie en moyenne de 1°,5. Donc, jusqu'au voisinage immédiat de l'émergence, le *courant* souterrain se manifeste, et l'arrivée des eaux *froides*, descendues des hauts plateaux du Ventoux, de Lure, etc., empêche la fontaine d'équilibrer sa température avec celle de l'extérieur et d'acquérir la stabilité thermique que devrait lui communiquer un réservoir vaste et profond. Au surplus, il est établi que, dans les années les moins pluvieuses (à infiltrations réduites au minimum), les variations de température de la fontaine sont les plus faibles.

» 2° *Les caprices du débit* (minimum, 4^{m^3} par seconde; maximum, 150^{m^3} par seconde) sont expliqués par les étranglements et siphonnements (*fig.* 2) qui provoquent les mises en charge, après les pluies, et ralentissent l'écoulement lors des sécheresses pour assurer un étiage rarement inférieur à 6^{m^3} ou 8^{m^3}.

» 3° *Après les pluies abondantes et longues le débit de la source ne diminue que très lentement*, grâce à ce retard dans la vidange des collecteurs.

» 4° *Les pluies des régions voisines de la source se manifestent plus rapidement que celles des localités éloignées*, parce que leur trajet souterrain est moins long et entravé par moins d'obstacles.

» Les figures 3 à 5, donnant, toujours d'après des exemples empiriques, le profil probable des collecteurs, fournissent la clef des trois dernières *lois* établies par la Commission météorologique de Vaucluse, savoir :

» 5° *Les pluies influent lentement sur le débit de la fontaine quand elle est très basse*, parce que la partie inférieure et très étroite (a) des collecteurs est seule remplie à l'étiage, et qu'il faut aux infiltrations le temps de s'élever dans le renflement (b) de la partie moyenne.

» 6° *La fontaine grossit rapidement dès qu'elle atteint une certaine hauteur*, parce que le remplissage de (b) augmente la mise en charge et accroît promptement le débit de l'émergence.

» 7° *Les pluies fortes et prolongées font croître la source*, également à cause de l'élévation du niveau et de l'augmentation de pression hydrostatique.

» Ainsi, toutes ces manifestations s'expliquent très facilement, en appli-

quant au *réseau hydrologique souterrain de Vaucluse* les configurations de *courants* intérieurs, dont les exemples se multiplient chaque année parmi les régions calcaires, avec une similitude de plus en plus générale.

» Et il convient de conclure à l'abandon définitif, en matière d'alimentation de sources, du terme incohérent et fautif de *nappe vauclusienne;* l'usage d'une association de mots aussi peu conforme à des lois naturelles maintenant dûment établies ne peut que conduire les géologues à de flagrantes erreurs et les hydrologues à de fâcheux mécomptes. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 novembre 1902.

(Suite.)

Jahrbuch der königl. sächsischen meteorologischen Institutes, 1899; Jahrgang XVII, Abtheil. 1, 3. Chemnitz, 1901-1902; 2 fasc. in-4°.

Census of India 1901. Vol. VIII, parts 1-3; Vol. IX, parts 1-3; Vol. XIII, parts 1-2. Bombay et Singapour, 1902; 8 vol. in-4°.

Account of the operations of the Great trigonometrical Survey of India; Vol. XVI. Dehra-Doun, 1901; 1 vol. in-4°.

Publications de l'Institut royal géologique de Suède : série A*a*, nos 115 et 117; sér. A*c*, nos 1-4, 6; sér. B*a*, no 6; sér. B*b*, no 9; sér. C, nos 172, 180, 183-192; sér. C*a*, nos 1, 2. Stockholm, 1901-1902; 18 fasc. in-8°, 3 fasc. in-4°; 1 fasc. in-f°; 13 feuilles h. t. in-f°.

Memorie del reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze math. e nat.; Vol. XIX, fasc. V-VIII. Milan, 1902; 3 fasc. in-4°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere : Rendiconti; série II, Vol. XXXIV. Milan, 1901; 1 vol. in-8°.

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XXVI, nos 6-8. Venise, 1901-1902; 3 fasc. in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti :
Anno 1899-1900; t. LIX, dispa 3-10. Venise; 7 fasc. in-8°.
Anno 1900-1901; t. LX, dispa 1-10. Venise; 10 fasc. in-8°.
Anno 1901-1902; t. LXI, dispa 1-9. Venise; 9 fasc. in-8°.

Pubblicazioni della Specola vaticana; Vol. VI. Rome, 1902; 1 vol. in-8°.

R. Universita romana. Scuola d'applicazione per gl'ingeneri. Annuario per l'anno scolastico 1902-1903. Rome, 1902; 1 vol. in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 novembre 1902.

Ministère des Travaux publics. Étude des gîtes minéraux de la France. Colonies françaises. *Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin,* par R. Zeiller, Membre de l'Institut : *Atlas.* Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Sur quelques empreintes végétales du Kimméridien de Santa Maria de Meya, province de Lérida en Catalogne (*Espagne*), par R. Zeiller, Membre de l'Institut. (*Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes;* 3e série, Vol. IV, n° 26.) Barcelone, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

La Science et l'Hypothèse, par H. Poincaré. Paris, Ernest Flammarion, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Glossaire médical, 9500 mots, noms ou expressions, 426 figures et 5 cartes, par L. Landouzy et F. Jayle. Paris, C. Naud, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage des auteurs.)

Les monuments mégalithiques de l'Armorique et leurs sculptures lapidaires, par le Dr Zambaco-Pacha, Correspondant de l'Institut. Paris, F.-R. de Rudeval et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue, Hommage de l'auteur.)

Ministère de l'Agriculture. *Rapport sur la limitation des doses d'acide sulfureux dans les vins,* par M. S. Mathieu. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La tuberculose dans l'Aisne, statistique et étiologie, par Émile Loncq. Laon, 1902; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur les travaux : 1° du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 2° des Conseils d'hygiène des arrondissements; 3° des médecins des épidémies, etc. pendant l'année 1901. Nantes, 1902; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissements du département du Nord, pendant l'année 1901; n° LX. Lille, 1902; 1 vol. in-8°.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse; nouvelle série, 13e livraison : *Étude géologique de la Côte-aux-Fées et des environs de Sainte-Croix et Baulmes,* avec carte au $\frac{1}{25000}$, profils et croquis, par Th. Rittener. Berne, 1902; 1 fasc. in-4°.

Geologische Karte der Schweiz, herausgegeb. v. der geologischen Kommission der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft, auf Kosten der Eidgenossenschaft :

Geologische Karte der Lägernkette. Carte tectonique des environs de Moutier (*Jura bernois*). *Carte tectonique des environs de Bellay* (*Jura bernois*). Winterthur, 1901; 3 feuilles in-f°.

Erläuterungen zur geologischen Karte der Lägernkette in $\frac{1}{25000}$, von F. MUHLBERG. Berne, A. Francke, 1902; 1 fasc. in-8°.

The mean right ascension and proper motions of 254 *stars,* by H.-B. EVANS. (A thesis presented to the Faculty of Philosophy of the University of Pennsylvania.) s. l. n. d.; 1 fasc. in-4°.

Quelques recherches sur la couverture de neige, par MM. JANSSON et J. WESTMAN. Upsal, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the clinical Society of London; vol. XXXV. Londres, Longmans, Green et Cie, 1902; 1 vol. in-8°.

Veröffentlichung der kgl. würtembergischen Kommission für die internationale Erdmessung. *Relative Schwermessungen,* ausgeführt im Auftrag der kgl. Ministeriums der Kirchen- und Schulwesens; II. *Messungen auf* 10 *Stationen der Pariser Parallel* (Bopfingen, Aalen, etc.), v. K.-R. KOCH; mit einem Anhang : Ein Hypsometer mit elektrischer Temperaturmessung. Stuttgard, 1902; 1 fasc. in-8°.

Anzeiger der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; Jahrgang XXXVIII, 1901; nos I-XVII. Vienne, 1901; 1 fasc. in-8°.

Department of Marine and Fisheries. *Report of the meteorological Service of Canada,* by R.-F. STUPART, Director, *for the year ended december* 31, 1900. Ottawa, 1902; 1 vol. in-4°.

Société industrielle de Mulhouse. Programme des prix proposés, en assemblée générale les 28 *mai et* 25 *juin* 1902, *à décerner en* 1903. Mulhouse, 1902; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 NOVEMBRE 1902,

PRÉSIDÉE PAR M. ALBERT GAUDRY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur les impuretés de l'oxygène comprimé et sur leur rôle dans les combustions opérées au moyen de la bombe calorimétrique;* par M. **Berthelot**.

« 1. J'ai montré comment l'emploi de l'oxygène comprimé et de la bombe calorimétrique (1) constituait une méthode universelle, d'une exécution facile et d'une précision très grande, dans les mesures relatives à la chaleur de combustion, tant au point de vue de la science théorique que des applications industrielles. Il en est ainsi à la condition que l'oxygène soit absolument exempt de toute substance combustible, condition qui n'est pas toujours réalisée, ainsi que je vais le rappeler. J'indiquerai d'abord comment on peut vérifier la pureté de l'oxygène à ce point de vue; puis je dirai comment on doit procéder dans les cas où elle est suspecte, spécialement avec l'oxygène comprimé vers 120 atmosphères que l'industrie fournit aujourd'hui aux laboratoires.

» 2. Observons que la présence de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique (ce dernier en petites quantités) n'offre aucun inconvénient pour les déterminations calorimétriques des chaleurs de combustion. Il est même utile, comme je l'ai expliqué, de saturer l'oxygène de vapeur d'eau, dans la bombe elle-même, avant la combustion; ce qui rend négligeables les effets calorifiques dus à la réduction en vapeur de l'eau produite par la combustion elle-même. Si l'on opérait avec de l'oxygène sec, il faudrait,

---

(1) *Traité pratique de Calorimétrie chimique,* p. 127 et suiv.

en effet, tenir compte de la chaleur absorbée par cette vaporisation. On y obvie en plaçant à l'avance quelques grammes d'eau liquide dans l'intérieur de la bombe.

» 3. Je ne parlerai pas davantage de l'existence, constante d'ailleurs, d'un peu d'azote dans l'oxygène : ce qui fournit au cours des combustions une trace d'acide azotique, que l'on dose chaque fois, et dont on fait entrer la chaleur de formation comme correction dans les calculs ([1]).

» 4. Si l'on employait la combustion dans la bombe comme méthode de dosage du carbone et de l'hydrogène, ainsi que je l'ai indiqué, dans ce cas, il faudrait opérer avec de l'oxygène exempt d'acide carbonique et de vapeur d'eau, ce qui est d'ailleurs facile, et même d'azote, ce qui est plus délicat. Ces précautions sont inutiles pour les déterminations calorimétriques.

» 5. Il convient d'envisager spécialement la présence de l'hydrogène et des gaz ou vapeurs combustibles, résultant de la préparation ou de la compression de l'oxygène : la combustion de ces gaz dégage une certaine quantité de chaleur, qui devrait être retranchée des nombres observés.

» 6. Un tel accident est susceptible d'être observé lorsqu'on comprime soi-même l'oxygène à l'aide d'une pompe; ainsi que je le faisais il y a 20 à 25 ans, lors de mes déterminations relatives à la chaleur de combustion des gaz en particulier. En effet, j'ai signalé la formation, pendant cette compression, de petites quantités de vapeurs combustibles, aux dépens des matières grasses des soupapes de la pompe.

» 7. J'ai montré comment cette cause d'erreur pouvait être écartée, en faisant passer lentement l'oxygène comprimé à travers un tube de cuivre rouge très épais et maintenu à la température rouge. En opérant ainsi, l'hydrogène, l'oxyde de carbone, les vapeurs hydrocarbonées, si faible qu'en soit la proportion, sont brûlés exactement, sous les influences simultanées de l'oxygène et de l'oxyde de cuivre. Le gaz qui sort du tube est refroidi en traversant une spirale immergée sous l'eau, puis dirigé dans la bombe. Ce gaz est exempt de toute matière combustible; je m'en suis spécialement assuré.

» 8. Pour le succès de cette manipulation, il est indispensable que toutes les jonctions, depuis la pompe jusqu'à la bombe, soient exécutées avec des pièces de cuivre vissées, sans le moindre emploi de matières organiques, luts, etc. Le caoutchouc spécialement doit être évité, à cause de

---

([1]) *Traité de Calorimétrie chimique*, p. 127.

sa perméabilité aux gaz atmosphériques et à l'eau hygrométrique, et de son altérabilité par l'oxygène, même à la température ordinaire.

» 9. Depuis l'époque où l'oxygène comprimé a été livré couramment par l'industrie, je m'en suis servi d'une façon à peu près exclusive. Mais cet emploi ne va pas sans quelques risques, comme il va être dit, et je ne sais si les précautions nécessaires ont toujours été prises par les opérateurs; ce qui m'engage à entrer dans quelques détails à cet égard.

» 10. L'oxygène industriel a été tiré principalement, à ma connaissance, de trois sources : deux, le bioxyde de baryum, l'oxyde de manganèse joint à un hydrate alcalin, permettent de l'extraire d'une façon continue de l'air atmosphérique par un simple jeu de températures inégales. Depuis ces dernières années, on a eu recours de préférence à l'électrolyse de l'eau, dans des appareils munis de diaphragmes, de façon à séparer les deux gaz composants : oxygène et hydrogène.

» 11. Lorsqu'on opère avec les premiers agents et le concours de la chaleur, les impuretés peuvent consister dans des doses plus ou moins notables d'oxyde de carbone et des autres gaz de la combustion, mélangés après coup au sein des récipients. On en constate l'existence (après élimination préalable de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau) par les moyens connus, c'est-à-dire en pesant l'acide carbonique et l'eau régénérés, au sortir du gros tube de cuivre rouge.

» Le passage lent au travers de ce tube élimine les gaz combustibles, et l'oxygène sortant peut être mis en œuvre dans la bombe calorimétrique pour déterminer les chaleurs de combustion des corps renfermés dans celle-ci, par la méthode générale. Mais il faut recourir au tube de cuivre rouge dans chaque expérience; ce qui la complique et la ralentit beaucoup.

» 12. Reste l'oxygène électrolytique : celui-ci est exposé à contenir de l'hydrogène, en dose variable et qui dépend du fonctionnement plus ou moins parfait des diaphragmes. Le procédé qui précède demeure évidemment applicable. Mais, quand la dose de l'hydrogène est très petite, il est préférable de la déterminer, une fois pour toutes les expériences de combustion exécutées avec le même tube à oxygène comprimé, et d'en déduire un coefficient de correction, faible d'ailleurs, applicable à ce groupe d'expériences.

» 13. Les essais qui suivent préciseront la marche dans les cas de ce genre.

» I. *Vérifications.* — 4^l d'air, sous la pression normale, séché et privé de CO^2 préalablement par le passage à travers les tubes ordinaires, puis

dirigé à travers le tube de cuivre chauffé au rouge, pendant 3 heures. 2 expériences :

		1.		2.	
Tubes à ponce sulfurique....	Perte :	0g,0005	Gain :	0g,0006	Eau formée nulle.
Tube à KOH concentrée......	Perte :	−0,0124	» :	−0,0118	CO^2 formé nul.
2e tube à CaO sodée.........	Gain :	+0,0121	» :	+0,0113	

» II. *Oxygène comprimé.* — Préparé par les anciennes méthodes, 8l, sous la pression 0m,76, en 5 heures. Ce volume de 8l représente le poids d'oxygène comprimé que renfermerait la bombe sous la pression de 25 atmosphères.

Eau..........................	Gain : +0,0005
CO^2..........................	Nul.

» III. *Oxygène électrolytique comprimé.* — 8l (sous la pression 0m,76) en 5 heures. Trois essais distincts :

	1.	2.		3.	Moyenne.
Eau....................	0g,0041	0g,0046		0g,0048	0g,0045
CO^2, Tube à chaux sodée..	+0g,0002	+0,0003	1er tube à KOH liq..	−0,0554	Sensiblement nul.
			2e tube à CaO sodée.	+0,0560	
				+0,0006	

» Il résulte de ces chiffres que la quantité d'oxygène, susceptible d'être introduite dans la bombe par une combustion régulière, ne fournit qu'une dose nulle ou négligeable d'acide carbonique pendant la combustion; tandis qu'elle renferme 0g,0005 (un demi-milligramme) d'hydrogène libre. Ce poids est susceptible de développer 17cal,2 par sa combustion, soit 2 à 3 millièmes des quantités de chaleur qui s'observent le plus communément : dose faible, mais non négligeable. Elle doit varier d'ailleurs suivant les échantillons; sa détermination est donc nécessaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur les récentes publications émanant de l'Observatoire de Paris : Catalogue stellaire* (IVe Partie); *Catalogue photographique* (Ier Volume); *Annales, Observations de* 1898; *Mémoires* (Tome XXIII); *Bulletin du Comité international* (Tome III). Note de M. **Lœwy**.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un ensemble de publications émanant de l'activité de l'Observatoire de Paris et renfermant des travaux astronomiques d'une nature très variée.

» Voici d'abord les deux derniers des huit Volumes d'un vaste Ouvrage dont l'exécution a été décidée sous la direction de l'amiral Mouchez, il y a une vingtaine d'années. Pour faire comprendre toute la portée de cette œuvre, il convient de fournir quelques renseignements sommaires sur les raisons scientifiques qui ont déterminé son exécution.

» On sait que, sous la direction de Jérôme de Lalande, une exploration du Ciel boréal par zones fut entreprise il y a plus d'un siècle à l'Observatoire de l'École militaire. Munis de faibles ressources, à l'aide d'un objectif de petite ouverture, Lalande et ses collaborateurs parvinrent, grâce à un labeur infatigable, à effectuer, de 1791 à 1801, 47390 observations dont la précision est véritablement remarquable. Elles ont été publiées telles qu'elles figurent aux carnets-minutes, dans le Tome I de l'*Histoire céleste*, entachées encore des erreurs physiques et instrumentales qui font paraître les astres dans une situation autre que celle qu'ils occupent réellement dans le Ciel. Mais les astronomes n'en reconnurent pas moins la très haute importance de ces documents. Les plus illustres savants de l'Allemagne, Bessel, Encke, Schumacher, Hansen, se mirent les premiers à l'œuvre en préparant des Tables destinées à faciliter les calculs de réduction à une origine commune. C'est finalement à l'Association britannique que revint l'honneur de mener à bien cette entreprise à laquelle fut affectée une somme d'environ 45000^{fr} et dont l'exécution fut confiée à Francis Baily. Après la mort de ce dernier, plusieurs astronomes anglais continuèrent les travaux, et le Catalogue définitif, ramené à l'équinoxe moyen de 1800, parut en 1847.

» Les anciennes observations, comme celles dont il vient d'être question, constituent des témoins irrécusables de l'état du Ciel dans le passé; leur utilité ne peut qu'augmenter avec le temps. En les comparant avec d'autres observations obtenues à des époques ultérieures, on aura la faculté d'aborder quelques-uns des problèmes les plus curieux de la Cosmogonie. On parviendra à acquérir des notions plus exactes sur les mouvements particuliers des astres ou sur les déplacements d'ensemble des constellations, sur la marche de notre système planétaire à travers les espaces célestes. Ces mouvements sidéraux auront d'autant plus d'amplitude, et leur étude acquerra d'autant plus d'intérêt que l'intervalle écoulé entre les séries d'observations conjuguées sera plus considérable.

» C'est pour permettre aux savants de faire servir à des investigations d'un caractère si élevé les matériaux si précieux, légués par Jérôme et Michel de Lalande, que Le Verrier décida la réobservation des étoiles de

l'*Histoire céleste*. Cette recherche, inaugurée en 1854, et à laquelle ont participé tous les astronomes qui se sont succédé à l'Observatoire de Paris, a été définitivement close en 1899. Mais ces nouvelles séries d'observations, accomplies au prix de tant d'efforts, semblables à celles de l'*Histoire céleste*, ne se prêtaient que très difficilement aux applications scientifiques et restaient à moitié réduites, ensevelies dans les *Annales* de l'Observatoire.

» Dès son arrivée à la direction de l'Observatoire, l'amiral Mouchez fut instruit de ce fâcheux état de choses, et, pour y remédier, conformément à l'avis des astronomes, la construction d'un grand Catalogue reposant sur l'ensemble des données recueillies de 1837 à 1881 fut alors décidée. Cette entreprise, qui a sollicité durant une vingtaine d'années les efforts ininterrompus d'une partie du personnel du Bureau des Calculs, se trouve aujourd'hui menée à bonne fin par la publication des deux Volumes que je viens de mettre sous les yeux de l'Académie.

» Le plan de ce travail important est dû à M. Gaillot, sous-directeur de l'Observatoire, qui, depuis 1882, en a poursuivi sans relâche la réalisation. Dans cette tâche si complexe, il a été secondé de la manière la plus efficace par M. Bossert, chef du Service des Calculs.

» Les astronomes ont désormais à leur disposition deux œuvres considérables, dues à l'activité des astronomes de Paris, et se rapportant à des séries d'observations séparées les unes des autres par un intervalle de près d'un siècle. Le Catalogue fournit les résultats de 387 474 observations effectuées sur 34 733 étoiles; 221 369 observations ont été obtenues en ascension droite et 166 105 en distance polaire.

» Voici maintenant le premier Volume du *Catalogue photographique du Ciel*. Il ne convient pas de retracer, en cette circonstance, l'historique des faits qui ont déterminé l'exécution de la vaste entreprise internationale dont cette publication fait partie. Je me bornerai seulement à rappeler que la tâche imposée à chaque observatoire était double.

» Il s'agissait, en premier lieu, de dresser une Carte du Ciel à l'aide de clichés à longue pose; on avait ainsi en vue d'obtenir de l'état actuel du Ciel une représentation fidèle comprenant tous les astres jusqu'à la 14e grandeur, c'est-à-dire les images d'objets célestes possédant à peine la millième partie de l'éclat de la plus faible étoile visible à l'œil nu. L'Académie a déjà reçu, dans le courant de cette année, une nouvelle série de feuilles de cette Carte. Cet Atlas du Ciel dont on peut, d'une manière certaine, prévoir l'achèvement, se composera de 22 054 feuilles et offrira une richesse de renseignements précis à laquelle rien ne saurait être comparé

dans le passé; il en résultera un nouvel essor pour l'étude des grands problèmes relatifs à la structure de l'Univers sidéral.

» La seconde section de l'œuvre photographique, dont je mets aujourd'hui le commencement sous les yeux de l'Académie, est appelée à rendre des services non moins importants pour l'étude du Ciel. Il s'agit ici de fixer les positions d'environ trois millions de repères dans l'espace céleste et de décupler ainsi en étendue les résultats acquis jusqu'à ce jour dans cet ordre de recherches. C'est à ces repères qu'on rattachera les coordonnées de tous les astres de notre système solaire. En même temps, à cause de l'extrême précision que comporte la mesure des images stellaires, on aura bientôt la faculté de déduire les mouvements propres de ces sommets de la triangulation céleste par la comparaison faite avec les travaux similaires effectués ultérieurement.

» L'exécution du travail dévolu à l'Observatoire de Paris, et relatif à la zone de l'espace comprise entre + 18° et + 24° de déclinaison nord, a été confiée à M. Prosper Henry, qui a été puissamment secondé dans cette tâche par son frère, M. Paul Henry. Grâce à leur activité persévérante, les diverses parties de l'Ouvrage se succéderont désormais très régulièrement. Le premier Volume, actuellement édité, renferme les coordonnées rectilignes de 64264 étoiles comprises dans une zone de deux degrés de largeur et dont le centre est situé par + 24° de déclinaison boréale.

» L'Académie sera sans doute désireuse de connaître le degré de précision que possèdent les positions de tous ces astres. J'ai entrepris toute une série de recherches particulières consignées dans plusieurs Mémoires pour arriver à fixer d'une manière très approchée le véritable degré d'exactitude réalisé dans la construction du Catalogue photographique.

» En étudiant de très près la série des opérations de mesure et des causes susceptibles de les altérer, nous avons trouvé que l'exactitude avec laquelle on peut déterminer les coordonnées rectilignes des nuages stellaires, par rapport au centre de la plaque, est considérable. L'erreur probable, en ce cas, est de $\pm 0'',16$. D'autre part, nous avons examiné le degré d'exactitude avec lequel on peut tirer, de l'ensemble de tous les catalogues stellaires existants, les positions des étoiles de repère photographiées sur les clichés, positions sur lesquelles on est obligé de s'appuyer pour calculer celle qui correspond dans l'espace au centre du cliché.

» L'ensemble de ces documents n'est pas homogène; les positions y sont souvent fondées sur un nombre d'observations variant d'un catalogue à l'autre; certains d'entre eux ont une supériorité incontestable sur

d'autres, et il n'a été que très rarement possible de rencontrer les données nécessaires dans les meilleurs catalogues. Pour arriver, dans ces conditions, à la connaissance approchée de l'erreur probable d'une position déduite d'un ensemble de ces documents, on a choisi 100 étoiles symétriquement distribuées sur les 24 heures d'ascension droite de la zone considérée, astres dont les coordonnées se sont trouvées enregistrées dans un nombre notable de catalogues. En comparant à leur moyenne les diverses positions relatives à un même astre, on a trouvé, à l'aide de la méthode des moindres carrés, $\pm 0'',80$ pour l'erreur probable des coordonnées d'une étoile de repère de grandeur 8e à 9e, empruntées à un catalogue dont les positions sont basées sur deux ou trois observations méridiennes. En considérant que les coordonnées de 21 étoiles de repère environ, tirées de 6 catalogues différents, sont intervenues dans le calcul des constantes des clichés, il a été facile d'évaluer, *grosso modo*, la précision qui en résulte pour les coordonnées équatoriales des centres des clichés. Dans ce but, le poids à attribuer à la moyenne des positions de n étoiles de repère tirées d'un même catalogue a été calculé à l'aide de la formule $\frac{2n}{n+1}\cdot$ On a ainsi conclu l'erreur probable $\pm 0'',26$ affectant la moyenne de 21 coordonnées empruntées à 6 catalogues.

» La confrontation des deux nombres $\pm 0'',16$ et $\pm 0'',26$ est instructive. On remarque immédiatement que la précision avec laquelle on parvient à rattacher les coordonnées rectilignes des images stellaires au centre des plaques dépasse celle que l'on peut, dans l'état actuel des choses, réaliser dans la détermination des positions absolues correspondant dans l'espace aux centres choisis des clichés. Il faudrait pouvoir disposer de 36 positions d'étoiles de repère empruntées à 18 catalogues pour obtenir une précision équivalente entre les deux catégories d'erreurs probables. Ce contraste si frappant entre ces deux ordres de grandeurs s'explique aisément et ne saurait jeter un discrédit sur la valeur des catalogues employés. La solution du problème, que l'on réclame aux méthodes méridiennes, est d'une nature très complexe : il s'agit de fixer les positions absolues d'astres occupant toute l'étendue de la voûte céleste, cas où l'on se trouve en présence d'un grand nombre d'inexactitudes redoutables. Il n'en est pas de même en ce qui concerne la méthode photographique, qui a pour tâche de reproduire avec fidélité les images d'astres voisins les uns des autres et dont les situations relatives ne subissent qu'une influence atténuée des causes d'altération.

» Bien que ces difficultés soient inhérentes à la nature des choses, il est cependant difficile de se contenter des constantes de réduction dont la précision n'est pas en harmonie avec la perfection du travail photographique. Pour tirer de l'œuvre entreprise tout le profit qu'elle comporte et remédier, d'une manière efficace, au défaut d'homogénéité entre les deux catégories de données dont dépendent les coordonnées astronomiques tirées des clichés, nous avons décidé d'effectuer de nouvelles observations méridiennes des étoiles de repère afin d'obtenir avec exactitude leurs positions, à l'époque moderne : ce qui nous permettra de corriger d'une manière très efficace les éléments de réduction actuellement employés. L'effet combiné des deux inexactitudes qui viennent d'être indiquées conduit à évaluer à $\pm 0'',31$ l'erreur probable totale d'une coordonnée astronomique tirée du présent Volume. On se rendra compte d'une manière tangible de la précision ainsi obtenue quand on saura que l'exactitude d'une telle coordonnée équivaut à celle qu'offre la moyenne d'environ 10 positions d'étoiles de repère empruntées à 5 catalogues. Il en ressort ainsi avec évidence que la méthode photographique réalise, de la manière la plus satisfaisante, les espérances qu'on avait fondées sur son efficacité.

» Le Volume suivant renferme les observations accomplies à l'Observatoire de Paris dans le courant de l'année 1898; elles sont relatives à la revision des étoiles de Lalande, à la détermination de la latitude de notre établissement et des positions des astres de notre système solaire, effectuées à l'aide des instruments méridiens ou des instruments équatoriaux. On y rencontre également la suite des recherches de M. Bigourdan sur les nébuleuses. Ces travaux réguliers, exécutés avec habileté, suivant un plan mûrement élaboré, et convergeant durant de nombreuses années vers un même but, finissent par constituer des œuvres d'une portée considérable, comparables à celles dont je viens d'entretenir l'Académie.

» Le XXIIIe Volume des *Mémoires* a paru en même temps que le précédent. Il contient uniquement des recherches théoriques relatives en majeure partie à des questions de Mécanique céleste. Ces études sont dues à MM. Andoyer, Bigourdan, Callandreau, Lebeuf, J. Mascart.

» Voici, en dernier lieu, le second fascicule du Tome III du *Bulletin* du Comité international de la Carte du Ciel, rédigé par l'Observatoire et publié sous les auspices de l'Académie des Sciences.

» Il renferme tout un ensemble de recherches nouvelles possédant une importance de premier ordre pour la construction de la Carte et du Catalogue photographiques et pour la détermination de la parallaxe solaire

au moyen de la planète Éros. La seule énumération des matières qui y figurent fait voir que la publication du *Bulletin* a puissamment contribué au succès des deux belles entreprises internationales auxquelles collaborent 55 observatoires. On y trouve une étude particulièrement intéressante : elle met en lumière que la Carte conduit à des applications qu'on n'aurait jamais osé prévoir. Il est prouvé maintenant que, malgré toutes les déformations subies par le papier des feuilles, on pourra relever sur la Carte les positions des astres jusqu'à la 14e grandeur avec une précision comparable à celle des meilleures observations méridiennes.

» Voici l'objet des divers Mémoires contenus dans le présent fascicule, et sur lesquels je me permets d'appeler l'attention de l'Académie :

» 1° Dispositions adoptées dans les Observatoires français pour la publication de la Carte et du Catalogue photographiques, par M. Lœwy;

» 2° Documents relatifs à l'organisation des travaux d'observation de la planète Éros (*Circulaires* n°s 7, 8 et 9), renfermant en particulier :

» Des études sur l'influence des traînées produites par le mouvement propre des astres;

» Deux Mémoires de M. Comstock sur la réduction des observations et la précision des mesures micrométriques d'Éros;

» Une Notice de M. Hermann Struve sur la précision des mesures micrométriques effectuées à l'Observatoire de Kœnigsberg;

» Les recherches de M. Prosper Henry relatives à l'influence présumée de la dispersion atmosphérique sur la position des astres;

» Un travail de M. Hinks sur les conditions géométriques du problème de la parallaxe;

» Une première étude de M. Lœwy concernant la précision que comportent les mesures des coordonnées rectilignes et l'évaluation de la distance des traits imprimés sur les clichés; deux autres Mémoires du même auteur sur la détermination des coordonnées astronomiques des astres photographiés et l'exactitude des positions relatives de leurs images;

» 3° Les recherches de M. Trépied sur l'exactitude des coordonnées des astres, tirées des feuilles de la Carte du Ciel;

» 4° Une Note de M. André concernant les expériences faites à l'Observatoire de Lyon, sur la variation d'éclat de la planète Éros. »

PHYSIQUE. — *Sur la visée d'une surface de mercure éclairée par un faisceau de lumière horizontal.* Note de M. G. LIPPMANN.

« On sait qu'il est difficile de pointer une surface de mercure. Cette surface forme un miroir si parfaitement poli qu'on ne le distingue pas : on ne voit que l'image plus ou moins surbaissée des objets placés au delà ; le contour apparent que l'on croit apercevoir n'est que la limite de cette image réfléchie.

» Quand la surface du mercure est courbe, il ne paraît pas y avoir de bonne méthode pour en pointer le contour. Quand une partie de la surface est plane, on se sert d'un artifice connu : on vise successivement une pointe voisine de la surface, et son image réfléchie : la moyenne des deux lectures donne la position du miroir mercuriel.

» Un second artifice, qui fournit également de bons résultats, consiste à appliquer sur la surface du mercure un fil de verre très fin et très flexible : il se colle sur la surface, et il peut être pointé sans difficulté.

» Mais il y a des cas où l'on ne peut [1] faire usage d'aucune de ces méthodes : notamment quand on ne peut mettre au point sur les points ni sur le fil de verre. Il faut alors avoir recours à un nouvel artifice, que je vais indiquer.

» Au lieu de s'éclairer à la lumière diffuse, on éclaire le champ de l'instrument d'observation par un faisceau de lumière horizontal, fourni par un collimateur placé à peu près sur le prolongement de la lunette. On voit alors le mercure se profiler sur fond clair sous forme d'une masse noire à contour net. Cette netteté subsiste quand on observe à travers un microscope micrométrique ; elle est suffisante pour donner dans ces conditions des pointés dont les valeurs extrêmes (sur dix pointés successifs) ne dif-

---

[1] Ce cas se présente lorsque l'on mesure la constante capillaire d'un liquide par la méthode de la large goutte, et en faisant usage d'un microscope pour trouver la distance verticale entre l'équateur et le sommet de la goutte. Avec la lunette d'un cathétomètre ordinaire, on peut se mettre assez loin pour être au point à la fois sur l'équateur et le sommet. Si l'on vise avec un microscope, la tolérance de mise au point disparaît. Dans ce cas on met au point seulement sur l'équateur, et l'on éclaire le sommet en lumière horizontale, ce qui permet de voir nettement le niveau sans le mettre au point, comme je le montre plus loin.

fèrent au plus que de $\frac{1}{200}$ de millimètre; l'erreur moyenne est donc voisine de $\frac{1}{400}$ de millimètre.

» Le contour du mercure, comme de tout autre objet visible dans le champ, est bordé d'une série de franges de diffraction. On pourrait donc se demander si le contour apparent n'était pas en réalité le bord d'une première frange de diffraction, et s'il ne faudrait pas de ce chef faire une correction aux lectures.

» La théorie des franges de diffraction, produites par l'interposition d'écrans à trois dimensions, n'a pas encore été faite. Il était donc nécessaire de recourir à l'expérience pour résoudre cette question. Je me suis assuré que le niveau du mercure, déterminé par la visée en lumière horizontale, est bien le même que celui que l'on obtient par l'une ou l'autre des méthodes rappelées au commencement de cette Note. La diffraction n'intervient donc pas pour déplacer d'une manière sensible le profil du liquide. »

PHYSIQUE. — *Pendule de Foucault simplifié.* Note de M. D'ARSONVAL.

« La réinstallation du pendule de Foucault, au Panthéon, par MM. Berget et Flammarion, a excité l'ingéniosité des constructeurs. Parmi ces derniers je dois citer M. Cannevel, qui a résolu le problème d'une façon simple et précise.

» L'appareil que j'ai l'honneur de faire fonctionner devant l'Académie se compose d'une sphère en plomb, enveloppée de cuivre, pesant 1250^{g}, pouvant fonctionner pendant 3 heures et s'accrochant au plafond par un simple clou.

» La partie intéressante est la suspension du fil. Ce fil d'acier a $\frac{35}{100}$ de millimètre, il est pincé à la partie supérieure dans un bloc métallique percé d'un trou de filière à travers lequel passe le fil. Un simple coup de balancier l'immobilise dans le bloc, que l'on fixe au plafond par une vis.

» Tout l'appareil tient dans une petite boîte de bois qu'on peut presque mettre dans la poche. La boîte sert à contenir le tas de sable sur lequel le pendule laisse sa trace.

» Le fil peut recevoir une longueur appropriée à la hauteur dont on dispose.

» Un petit support en bois, mobile autour d'un axe vertical, porte un petit pendule auxiliaire qui sert à démontrer le principe de l'appareil, c'est-à-dire l'invariabilité du plan d'oscillation.

» Malgré sa simplicité, l'appareil de M. Cannevel fonctionne avec une régularité qui a valu à son auteur l'entière approbation de MM. Berget et Flammarion.

» Un autre grand avantage de ce dispositif est son bas prix (20^{fr} et au-dessous), qui le met à la portée du public et des écoles, et permet ainsi de vulgariser la remarquable démonstration de Foucault que tout le monde ne peut aller voir au Panthéon. A ce titre, j'ai cru intéressant de le signaler à l'Académie. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Localisation de l'arsenic normal dans quelques organes des animaux et des plantes. Ses origines.* Note de M. **Armand Gautier**.

« Après avoir, en 1899, reconnu que l'arsenic existe normalement chez les animaux domestiques et chez l'homme, j'essayai, autant que le permettait la méthode déjà très précise et très délicate que j'ai suivie alors, et que j'ai depuis encore perfectionnée, de déterminer les localisations de ce métalloïde dans l'économie. J'observai qu'il se rencontre surtout dans les organes d'origine ectodermique : la peau et ses annexes, la glande thyroïde, le thymus, la glande mammaire, le cerveau, ainsi que dans les os, mais qu'on n'en trouve pas, ou des quantités inférieures au $\frac{1}{20000000}$ du poids de la substance examinée ([1]), quand on s'adresse aux autres organes : muscles, rate, foie, pancréas, rein, tissus cellulaire et adipeux, glandes les plus diverses y compris l'ovaire et le testicule, sang, urines, etc. (voir *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 286 et 290). En même temps j'établissais que l'arsenic s'élimine surtout par les poils, les cheveux et les cornes (*Ibid.*, p. 285), ainsi que par le sang menstruel chez la femme (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 361, et *Comptes rendus du Congrès international de Médecine tenu à Paris en* 1900; *Section de Physiologie*, p. 93).

» *Arsenic chez les oiseaux et les poissons.* — Je n'ai pas borné mes recherches aux mammifères. Dès le début, j'examinai divers organes et tissus des oiseaux et des poissons : œuf de poule, œufs et laitances de poissons, chair de poissons, sans y trouver d'arsenic. S'il y existe, c'est en quantité très inférieure à celle des organes moyennement arsénicaux et inférieure au vingt-millionième du poids de l'organe frais.

» Depuis j'ai cherché l'arsenic dans les plumes de l'oiseau, qui me

([1]) Soit moins de $0^{mgr},005$ pour 100 grammes de substance fraîche, limite de sensibilité de la méthode suivie à cette époque.

semblaient correspondre aux poils et cornes des mammifères. L'arsenic existe en effet dans les plumes, mais il y est très particulièrement localisé. Voici d'abord le résumé de mes expériences à ce sujet :

	Quantités traitées. (État frais.)	Poids approximatif de l'arsenic en milligrammes.	Arsenic en milligrammes pour 100gr de matière fraîche.
	gr	mgr	mgr
Duvet ventral de l'oie	250	0,030	0,12
Canons des plumes de poulet	100	nul	nul
Barbes de plumes de poulet	200	nul	nul
Plumes de poulet complètes	250	nul	nul
Canons des plumes de la queue du paon.	12	nul	nul
Barbes des œils des grandes plumes de la queue du paon	22	0,055	0,25

» Il suit de ces constatations que l'arsenic existe bien dans le duvet de l'oiseau, qui est plus particulièrement en rapport avec le fonctionnement de la peau et qui semble seul correspondre au poil des mammifères, tandis qu'il est ordinairement absent des plumes banales des ailes ou de la queue, simples organes de locomotion. Celles au contraire qui servent d'ornement au mâle et font sa parure au printemps, telles que les belles plumes de la queue du paon, contiennent de l'arsenic. Toutefois, même dans ces plumes, l'arsenic n'existe pas dans le canon; il est entièrement localisé dans les barbes colorées chatoyantes de l'œil qui les termine. Après la saison des amours, l'arsenic s'élimine par la chute de ces plumes ornementales. Cette observation rappelle celle que j'ai déjà faite chez les mammifères de l'accumulation de l'arsenic dans les poils et les cornes du mâle, et de son élimination par perte de ces poils, ainsi que par les sécrétions sexuelles de la femelle au moment du rut.

» Ce fait que l'arsenic est absent des canons de la plume du paon, et des plumes banales des oiseaux, alors qu'on le retrouve dans les barbes colorées qui ornent le mâle, ou dans le duvet qui recouvre leur peau, suffirait à démontrer que ce métalloïde est bien localisé dans certains organes ou parties d'organes et en corrélation avec leur fonctionnement, et non pas uniformément répandu dans tous. Chez les animaux, il est en corrélation étroite avec le fonctionnement de la peau, du cerveau et des organes de la reproduction.

» *Arsenic chez les végétaux, particulièrement chez les algues.* — En 1900, j'avais inutilement cherché l'arsenic dans le pain (*Comptes rendus*, t. CXXX,

p. 16). Ces essais négatifs méritent toutefois d'être repris avec une méthode encore plus sensible. J'y reviendrai.

» Guidé par diverses considérations théoriques, j'ai pensé que je retrouverais, sans doute, l'arsenic plus particulièrement localisé chez les végétaux riches en iode, et particulièrement dans les algues marines et terrestres ([1]).

» L'expérience a vérifié cette hypothèse. Voici mes dosages : ils sont tous rapportés à 100 parties de substance telle qu'elle est après qu'on l'a laissée quelques jours à l'air vers 15° :

a. — Algues marines.	Quantités en expérience.	Poids en mgr d'arsenic obtenu.	Poids d'arsenic par 100gr de substance.
	gr	mgr	mgr
Fucus vesiculosus	157	0,25	0,159
Fucus digitatus	120	0,25	0,208
Fucus serratus	85	0,07	0,082
b. — Algues d'eau douce.			
Spyrogyra	25	0,010	0,040
Cladophora	80	0,007	0,008
Id.	350	0,030	0,008 ([2])

» On voit que l'arsenic, comme l'iode, abonde surtout dans les algues de mer. Ces deux éléments semblent bien s'accompagner, comme je l'ai déjà souvent remarqué pour les organes des animaux (thyroïde, peau, cheveux, etc.)

» M. B. Renault, le savant paléontologiste du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, a démontré que les boghead (ou charbons de houille à longue flamme) d'Autun et d'Australie sont uniquement formés de débris, tout particulièrement, de spores d'algues d'eau douce. J'ai eu la curiosité de chercher l'arsenic dans ce charbon d'algues fossiles, j'ai trouvé :

	Quantités mises en expérience.	Poids d'arsenic en mgr.	Arsenic pour 100gr de substances.
	gr	mgr	mgr
Boghead de Lorme d'Autun	10	0,20	2,00
»	10	0,25	2,50
»	10	0,20	2,00
» d'Australie	10	0,03	0,30

([1]) Voir mon Mémoire *Sur la présence de l'iode dans toutes les algues à chlorophylle et dans les sulfuraires* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 189).

([2]) Cet échantillon contenait, à l'état frais, 0mgr,066 d'iode pour 100 grammes.

» On voit que l'arsenic se rencontre aussi bien dans les algues géologiques que dans les algues modernes.

» Ce métalloïde peut se trouver aussi dans les algues non chlorophylliennes. On sait que l'on a signalé depuis longtemps une trace de cet élément dans les eaux sulfureuses ([1]). Dès que j'eus reconnu l'existence de l'arsenic dans toutes les algues, je pensai que dans les eaux sulfureuses l'arsenic devait, comme l'iode, se trouver plus particulièrement condensé dans les éléments figurés de ces eaux : sulfuraires, glairine et barègine. En effet, 180^{gr} de glairine (de Luchon), pesée à l'état humide ([2]), m'ont donné $0^{mgr},013$ d'arsenic, soit $0^{mgr},0072$ pour 100 de matière humide et $0^{mgr},36$ pour 100 de matière sèche. La majeure partie de cette matière fixe des sulfuraires étant formée de soufre, on voit combien est riche en arsenic la substance du protoplasma de ces algues.

» *Eau de mer. Roches primitives.* — Puisque l'arsenic existe dans toutes les algues, surtout dans les marines, il doit se rencontrer dans les algues minuscules ou microscopiques qui, avec quelques autres êtres vivants, forment la partie principale du plankton des eaux de la mer. Il faut même que l'arsenic existe dans ces eaux, dissous à l'état organique ou minéral, puisque les végétaux et animaux qui y vivent ne sauraient le retirer que de ce milieu.

» Pour m'en assurer, 11750 cent. cubes d'eau de mer, puisée en novembre 1899 avec toutes les précautions nécessaires aux environs du phare de Roche-Douvres, à 40 kilomètres des côtes de Bretagne, furent filtrées sur biscuit à grain serré de porcelaine de Sèvres. A la surface de ce petit filtre, il se fit un dépôt glaireux brun rougeâtre. Après lavage à l'eau distillée salée à 25^{gr} de sel marin au litre, le filtre et son dépôt furent traités par les acides nitrique et sulfurique, comme pour une recherche ordinaire. L'arsenic trouvé pesa environ $0^{mgr},03$, soit $0^{mgr},0025$ pour l'arsenic du plankton de 1 litre d'eau de pleine mer, quantité énorme relativement au poids de la matière organisée, très inférieure à 10 milligrammes par litre ([3]).

» Quant à l'eau de mer privée de ses éléments figurés par filtration sur

---

([1]) Tripier, *Ann. de Chim. et Phys.*, 3e série, t. I, 1841, p. 349.

([2]) Elle contenait, à l'état humide, 98 pour 100 d'eau et $0^{mgr},0005$ d'iode.

([3]) On peut *apprécier* que cette quantité d'arsenic s'élève à près du 80000e du poids du plankton, alors qu'on n'en a trouvé que un 500000e environ dans le *Fucus digitatus,* l'une des algues de mer les plus iodées et les plus arsénicales.

biscuit de porcelaine, je me suis assuré qu'elle contient aussi de l'arsenic.

» Pour le doser, je concentrai à 1 litre environ les 11750 cent. cubes d'eau de mer filtrée sur biscuit, et, après avoir refroidi dans la glace et séparé les cristaux par essorage et lavage, j'introduisis la liqueur dans une cornue de verre réunie à un récipient rodé, cornue où l'on avait eu le soin de faire bouillir au préalable un mélange d'acides sulfurique et nitrique. L'eau y fut distillée et le résidu fut attaqué par les acides nitrique, puis sulfurique, suivant la méthode ordinaire, pour détruire toute matière organique. Les vapeurs et gaz non condensés dans le récipient refroidi traversaient un barboteur muni de potasse pure, étendue et chaude, pour détruire et arrêter le chlorure d'arsenic qui pouvait s'échapper. On chercha l'arsenic dans l'ensemble des parties mélangées. On obtint un faible anneau caractéristique qui ne fut pas dosé.

» Ainsi l'arsenic existe dans l'eau de mer soigneusement filtrée, aussi bien que dans les algues et autres constituants de son plankton. Il nous a paru, dissous dans cette eau principalement à l'état organique comme l'iode qui l'accompagne. C'est à cette source que l'empruntent tous les animaux et végétaux marins qui se développent donc dans un milieu arsenical.

» Essayant de poursuivre jusques au bout le cycle suivi par l'arsenic pour arriver aux plantes et aux animaux, j'ai pensé que cet élément ne pourrait avoir été initialement fourni à la mer et aux terrains de sédiment que par les roches primitives.

» Il est facile de s'assurer qu'en effet l'arsenic accompagne toujours l'iode, l'azote et le phosphore dans ces roches, quelquefois abondamment, et que telle est bien son origine première. Cent grammes de granit de Vire (Bretagne) pulvérisés sur le granit et l'agate, puis additionnés de 50 grammes de sel marin, traités par ma méthode en cornue fermée, fournirent un anneau répondant à $0^{mgr},06$ d'arsenic. D'autres granits d'Auvergne et des Pyrénées ont donné des résultats semblables. On sait du reste que toutes ces roches sont ferrugineuses, et que l'arsenic accompagne généralement le fer dans les couches sédimentaires et les eaux.

» L'arsenic paraît donc jouer un rôle universel, comme l'azote et le phosphore. Il existe en petite proportion, mais sans exception, dans les roches primitives, les terres, la mer, les végétaux, et particulièrement les algues, les animaux terrestres et marins. Chez ceux-c , il se localise surtout dans les organes d'origine ectodermique qui président aux sensations et à

la reproduction. Il semble jouer dans les cellules où on le trouve un rôle analogue à celui du phosphore, mais à un degré éminent.

» Il reste maintenant à se demander, d'une part, sous quelle forme spécifique se font ces localisations de l'arsenic; de l'autre, par quels aliments cet élément s'introduit dans nos organes. Ce sont deux questions que j'ai mises à l'étude. »

MÉDECINE. — *Le Nagana et le Mal de caderas sont deux entités morbides bien distinctes.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« Les plus répandues des épizooties produites par des Trypanosomes sont : aux Indes, le Surra; en Afrique, le Nagana; dans l'Amérique du Sud, le Mal de caderas. Ces maladies ont entre elles de grandes ressemblances et les Trypanosomes qui les produisent sont évidemment très voisins; on pouvait donc se demander si les noms de Surra, de Nagana et de Mal de caderas ne désignaient pas une même maladie, ou du moins de simples variétés d'une même maladie.

» Nous avons réussi à nous procurer, à l'état vivant, des Trypanosomes du Nagana (*Tr. Brucei*) et du Caderas (*Tr. equinum*) [1], ce qui nous a permis de faire une étude comparée de ces parasites et des accidents qu'ils produisent. Dans cette Note, nous nous bornerons à résumer les faits qui démontrent que le Nagana et le Caderas sont deux maladies bien distinctes.

» Les mêmes espèces animales sont sensibles à *Tr. Brucei* et à *Tr. equinum*, les mêmes sont réfractaires; c'est à tort que Voges a cité des oiseaux parmi les animaux pouvant être infectés de Caderas.

» L'évolution du Caderas est plus lente que celle du Nagana chez

---

[1] La dénomination *Tr. equina* a été employée par O. Voges (*Berliner Thierärztl. Wochenschr.*, 3 octobre 1901, et *Zeitschr. f. Hygiene*, 1902, 39e vol., 3e fasc.). Postérieurement, M. Lignières a employé, pour le même parasite, la dénomination de *Tr. Elmassiani* (*Revista de la Sociedad medica argentina*, 1902, t. X, p. 481). Cette dernière dénomination rappelle, très justement, que la découverte du Trypanosome est due à Elmassian, mais nous croyons devoir nous conformer aux règles de la nomenclature en adoptant le mot le plus ancien; nous transformons seulement *equina* en *equinum*, *Trypanosoma* étant du neutre. La dénomination de *Caderas* nous paraît pouvoir être substituée à celle, trop longue, de *Mal de caderas*, et nous proposons de créer l'adjectif *cadéré* pour indiquer l'infection produite par *Tr. equinum*.

quelques espèces animales, chez le cobaye notamment, et, dans certains cas, chez le chien.

» La symptomatologie des deux maladies présente quelques différences : la paralysie du train postérieur est plus marquée d'ordinaire, chez les Equidés, dans le Caderas que dans le Nagana ; l'hémoglobinurie commune dans la première de ces maladies est très rarement notée dans la deuxième.

» Ces différences dans la durée de l'évolution et dans les manifestations morbides seraient d'ailleurs tout à fait insuffisantes pour conclure, car, à côté des différences, on pourrait citer beaucoup d'analogies : celle-ci, entre autres, que l'acide arsénieux et le sérum humain exercent la même action sur les deux Trypanosomes.

» Les faits sur lesquels nous nous appuyons pour dire que le Nagana et le Caderas sont deux entités morbides bien distinctes se résument dans les trois propositions qui suivent : 1° Il existe des différences morphologiques constantes entre *Tr. Brucei* et *Tr. equinum* ; 2° les animaux immunisés contre le Nagana sont sensibles au Caderas ; 3° le sérum des animaux immunisés contre le Nagana n'a pas, pour *Tr. equinum*, l'activité qu'il possède pour *Tr. Brucei* ; ces derniers faits sont d'ailleurs connexes.

» 1° *Différences morphologiques.* — *Tr. Brucei* et *Tr. equinum* ont, à très peu près, les mêmes dimensions et la même forme et, lorsqu'on les examine dans le sang frais, il n'est pas possible de les distinguer l'un de l'autre ; sur des préparations de sang desséché et bien coloré (bleu Borrel-éosine-tannin), la distinction devient au contraire facile.

» Le protoplasme, le noyau, la membrane ondulante, le flagelle ont, dans les deux Trypanosomes, la plus grande ressemblance ; il n'en est pas de même des centrosomes.

» Le centrosome de *Tr. Brucei* se colore facilement et fortement ; il mesure environ $\frac{1}{2}$ μ de diamètre ; le centrosome de *Tr. equinum* ne mesure que $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ de μ de diamètre ; il se colore en rose, comme le flagelle, et non en violet, comme le centrosome de *Tr. Brucei* ; enfin, on trouve souvent à son voisinage des granulations chromatiques qui gênent l'examen. On s'explique que quelques observateurs soient arrivés à conclure que le centrosome faisait défaut chez *Tr. equinum*.

» Dans des préparations colorées du sang de souris infectées simultanément de Nagana et de Caderas, nous avons réussi à distinguer les deux espèces de Trypanosomes, grâce à cet aspect si différent des centrosomes.

» Les formes de multiplication sont les mêmes, la bipartition est la règle ; on observe parfois de grandes formes de division en trois ou en quatre qui sont un peu plus communes pour *Tr. equinum* que pour *Tr. Brucei*.

» 2° *Les animaux immunisés contre le Nagana sont sensibles au Caderas.* — I. Une *chèvre* guérie du Nagana depuis 8 mois environ, et ayant reçu, dans cet intervalle, 15 inoculations de 10^{cm^3} à 60^{cm^3} de sang de chien nagané, sans contracter de nouvelle

infection, est inoculée sous la peau avec 1^{cm^3} de sang dilué de rat cadéré. Du sang de la chèvre, retiré 5 jours après cette dernière inoculation, est injecté dans le péritoine d'un rat et de trois souris.

» Le rat, qui reçoit 3^{cm^3} de sang, est pris après une incubation de 4 jours.

» Une souris, qui reçoit 1^{cm^3} de sang, est prise après une incubation de 4 jours.

» Une souris, qui reçoit $0^{cm^3},25$ de sang, est prise après une incubation de 3 jours.

» Une souris, qui reçoit $0^{cm^3},05$ de sang, est prise après une incubation de 5 jours.

» II. Un *mouton*, guéri du Nagana depuis 1 mois environ, et qui a reçu dans ce mois deux inoculations de 10^{cm^3} et 20^{cm^3} de sang de chien nagané, est inoculé sous la peau avec $0^{cm^3},5$ de sang dilué de souris cadérée.

» Le sang de ce mouton, retiré 5 jours après cette dernière inoculation, et injecté dans le péritoine d'un rat (à la dose de 3^{cm^3}) et de deux souris (à la dose de $0^{cm^3},25$), donne à ces animaux une infection à Trypanosomes du Caderas, avec moins de 4 jours d'incubation.

» Retiré 15 jours après l'inoculation du Caderas et inoculé dans le péritoine d'un rat à la dose de 3^{cm^3} et d'une souris à la dose de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube, le sang donne à ces animaux une infection avec respectivement 4 jours et 6 jours d'incubation.

» Le sang d'un mouton n'ayant jamais reçu d'injection de Trypanosomes du Nagana, éprouvé 5 jours et 13 jours après l'inoculation du Caderas à l'animal, a montré sensiblement la même virulence que le sang du mouton guéri du Nagana et infecté avec le Caderas.

» 3° *Le sérum des animaux immunisés contre le Nagana, actif sur* Tr. Brucei, *est sans action sur* Tr. equinum. — I. Le *sérum de la chèvre* immunisée contre le Nagana, dont nous venons de parler, mélangé, à la dose de 1^{cm^3}, à des doses de sang à Trypanosomes du Caderas, variant de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{20}$ de centimètre cube, n'a eu aucune action sur l'incubation, ni sur la marche de l'infection des souris inoculées avec ce mélange.

» La même quantité de ce sérum, mélangée à des doses correspondantes de sang à Trypanosomes du Nagana, allongeait de 5 jours en moyenne l'incubation de la maladie des souris.

» II. Le *sérum du mouton* guéri du Nagana, dont nous avons déjà parlé, mélangé, à la dose de 1^{cm^3} et même de 2^{cm^3}, à des doses de sang dilué de chien à Trypanosomes du Caderas, variant de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{20}$ de centimètre cube, n'a eu aucune action sur l'incubation, ni sur la marche de l'infection des souris inoculées avec ce mélange.

» Le même sérum, à la dose de $0^{cm^3},5$, mélangé à $\frac{1}{10}$ de centimètre cube de sang dilué de chien (comparable comme nombre de parasites au sang du chien cadéré), prévenait toute infection chez les souris inoculées avec ce mélange. Il agissait de même mélangé à la dose de 1^{cm^3} avec $0^{cm^3},5$ du même sang dilué.

» Ces constatations expérimentales, jointes aux observations microscopiques que nous avons consignées au début de cette Note, prouvent manifestement que le Nagana et le Caderas, malgré leurs très grandes ressemblances, sont deux maladies spécifiquement distinctes. »

ZOOLOGIE. — *Effets de l'excision du madréporite chez les Astéries.* Note de M. Y. Delage.

« L'appareil aquifère des Astéries, comme celui de la plupart des Échinodermes, communique avec le dehors par le canal hydrophore et le madréporite. Il n'y a aucun doute relativement à l'existence anatomique de cette communication. Mais, les pores du madréporite étant microscopiques, on peut se demander si cette communication-ci a des effets physiologiques, si elle permet des échanges de liquide entre le système aquifère et l'eau ambiante. Si ces échanges sont réels, ils sont si lents qu'on n'a pu déterminer, par une expérience permanente et parfaitement démonstrative, dans quel sens ils ont lieu, et l'on en est réduit à des déductions bien incertaines, d'après la direction des cils vibratiles dans les conduits.

» J'ai cherché à jeter quelque lumière sur ces points obscurs par une expérience décisive consistant à exciser le madréporite, seule porte par où puissent s'opérer les échanges en question.

» On produit ainsi une large plaie béante au fond de laquelle le canal hydrophore est librement ouvert. J'espérais que la plaie se cicatriserait par-dessus le canal et interromprait toute communication entre ce dernier et le dehors. Dès lors, si les pores du madréporite servent à introduire de l'eau, le système aquifère étant privé de cet apport, les ambulacres doivent peu à peu tomber en état de flaccidité complète; si, au contraire, ils servent à évacuer un excès de liquide, cet excès s'accumulant dans le système, les ambulacres doivent arriver peu à peu à un état d'érection permanente.

» Les choses se sont passées d'une manière toute différente et absolument inattendue. Dès le lendemain, ou au plus au bout de 2 ou 3 jours, le processus de cicatrisation est complet : la plaie s'est rétrécie progressivement, puis refermée, mais il est resté en son centre un orifice de la grosseur d'une épingle, conduisant dans le canal hydrophore; en sorte que la communication du système aquifère avec le dehors, non seulement persiste, mais se rétablit plus large, plus facile qu'auparavant. Dès lors, aucune modification dans l'habitus des ambulacres ne peut se produire.

» Les connexions du système aquifère avec le dehors chez les animaux opérés se trouvent ainsi rétablies, non telles qu'elles sont chez l'adulte, mais telles qu'elles étaient chez les larves de tous les Échinodermes, par le moyen d'un orifice unique, l'*hydropore*.

» On pourrait être tenté de voir là un parallélisme de la régénération avec l'ontogenèse. Mais, même si le phénomène pouvait être interprété ainsi, il faudrait remarquer que ce parallélisme ne serait que partiel, puisque cet hydropore ne se transforme pas ultérieurement en madréporite. Mes animaux, opérés depuis plusieurs mois, se portent parfaitement et ne portent aucune trace de régénération du madréporite.

» On pourrait être tenté aussi de faire un rapprochement entre les Astéries transformées expérimentalement en Échinodermes à hydropore unique et les Échinodermes qui n'ont, normalement, qu'un hydropore unique, comme les Ophiures ou l'*Echinocyamus pusillus*.

» La chose est, à mon sens, beaucoup plus simple et n'implique l'intervention d'aucune des prétendues forces directrices de l'ontogenèse ou de la phylogenèse. Il se fait une cicatrisation normale; mais, comme au voisinage de la plaie cutanée se trouve un canal dont l'extrémité a été excisée et doit se cicatriser, les deux épithéliums de la peau et du canal se soudent et empêchent la cicatrisation d'obturer la lumière du canal. Il n'y a là qu'un processus physiologique comparable à celui qui intervient dans l'anus contre nature ou dans les fistules.

» Dans de prochaines expériences je chercherai à obturer l'hydropore ainsi obtenu et à déterminer l'effet de cette obturation sur l'habitus des ambulacres. »

BALISTIQUE. — *Sur la loi des pressions dans les bouches à feu.* Note de M. E. VALLIER.

« Dans la série de recherches que j'ai soumise à l'Académie au cours de ces trois dernières années, je me suis efforcé de reproduire le régime des bouches à feu dans le tir par des formules assez simples pour être utilisées par les constructeurs et j'ai énoncé, sans autres explications théoriques, que l'on pouvait pratiquement représenter la pression élémentaire P_t, appliquée au culot du projectile à l'instant t, par la formule

$$(1) \qquad P_t = P_1 \varphi^\beta(z),$$

où P_1 représente la pression maximum,

β un exposant convenablement choisi

$$\varphi(z) = z e^{1-z} \qquad \text{et} \qquad z = \frac{t}{\theta},$$

θ étant la durée écoulée depuis la mise en marche jusqu'à l'instant de la pression maximum.

» De cette formule j'ai déduit tout un système de relations et de fonctions numériques pour la résolution des problèmes de la pratique, et qui sont réunies aujourd'hui dans une Note insérée au *Mémorial des Poudres et Salpêtres*, Tome XI.

» Enfin, du rapprochement des formules ainsi établies avec des résultats de tir, j'ai conclu une relation entre l'exposant β et le coefficient de fatigue α qui définit chaque tir, de manière à permettre de déduire de ce paramètre α la forme la plus probable de la courbe des efforts produits à chaque instant dans l'âme.

» Cette relation, purement expérimentale, s'écrit

$$(2) \qquad (\alpha - 1)\beta = 2.$$

» L'utilité de ces formules au point de vue des applications me conduit aujourd'hui à les rapprocher des indications de la théorie.

» On sait que les courbes des pressions en fonction du temps s'élèvent très rapidement jusqu'au maximum pour décroître ensuite en prenant une allure asymptotique à l'axe des temps.

» La forme analytique la plus simple pour représenter ce genre de courbes m'a semblé être la fonction

$$\varphi(z) = z e^{1-z}.$$

» Cela posé, de même qu'il est fait emploi de termes trigonométriques pour figurer des lois d'allure périodique, de même il m'a semblé opportun de représenter ces pressions par des fonctions φ ou, plus généralement, φ^β, comme présentant la forme la plus maniable et la plus commode pour les applications.

» Il convient maintenant de rapprocher cette fonction P_t, ainsi définie par l'équation (1), de l'équation fondamentale du mouvement, qui, pour les premiers instants, s'écrit

$$(3) \qquad (u_0 + u)\frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{n-1}{2}\left(\frac{du}{dt}\right)^2 - \frac{fa}{r}\frac{\varpi\omega}{m}\int_0^t P_t^\gamma\, dt = 0,$$

se rappelant que la vitesse de combustion d'une poudre en vase clos est proportionnelle à une puissance γ de la pression, et l'on voit immédiatement que, si l'on veut substituer à P_t sa valeur tirée de (1), on doit avoir,

par raison d'identité,

$$\beta = \beta\gamma + 1. \tag{4}$$

» Cette équation montre que la valeur $\gamma = 1$ ne saurait être admise, ce qui exclut l'hypothèse de la vitesse de combustion proportionnelle à la première puissance de la pression.

» Mais si, au début du mouvement, la valeur de β est bien celle donnée par l'équation (4), il ne semble pas qu'elle puisse rester telle pendant tout le parcours. Les valeurs de l'exposant de pression γ ont été déduites d'essais faits en vase clos, sur des pressions croissantes, et l'on ne saurait affirmer que ces valeurs se conservent pour des pressions allant au contraire en diminuant dans une capacité croissante, ce qui se produit presque immédiatement dans le canon.

» Ainsi, pour les poudres au fulmicoton, bien que l'exposant γ ait pour valeur initiale $\frac{2}{3}$, l'expérience a montré qu'il fallait lui attribuer les valeurs moyennes $\frac{3}{4}$ et même parfois supérieures à 0,8 pour reproduire les résultats observés dans le tir.

» On doit donc se représenter la courbe réelle comme composée d'une suite d'arcs de la forme définie par l'équation (1), où β prendrait une série de valeurs comprises entre 2 et 5 et se confondant, par suite, sensiblement avec une courbe unique de la même forme, où l'exposant β aurait une valeur moyenne, et c'est cette valeur qui est précisément fournie par l'équation (2).

» Nous conserverons toutefois l'équation (4) pour déduire, non plus l'exposant β de la valeur théorique ou initiale de γ, mais, tout au contraire, pour estimer la valeur moyenne que doit prendre l'exposant γ pour que la courbe théorique se confonde sensiblement avec la courbe correspondant à l'exposant β donné par la formule expérimentale (2).

» En rapprochant les équations (2) et (4) déduites de considérations absolument indépendantes, on arrive à la relation

$$\alpha + 2\gamma = 3, \tag{5}$$

qui présente cette particularité que l'hypothèse $2\gamma - 3 = 0$ correspond théoriquement à des impossibilités balistiques, ce que fait également l'hypothèse $\alpha = 0$. Cette relation constitue ainsi un lien et une justification *a posteriori* du système des deux formules, et mérite d'être retenue.

» Nous conclurons donc en énonçant que :

» L'exposant moyen de combustion γ, pour les poudres sans fumée, est

la moitié du complément à 3 du coefficient de fatigue α dans le tir considéré.

» Toutefois, cette conclusion n'est valable que dans les limites où la formule (2) l'est elle-même, c'est-à-dire pour des valeurs de α comprises entre $\frac{4}{3}$ et $\frac{7}{3}$. »

PHYSIQUE. — *Sur l'analogie entre les rayons X et les oscillations hertziennes.* Note de M. P. **Duhem**.

« On sait que Helmholtz a donné, de la propagation des ondes dans les milieux diélectriques, une théorie qui admet l'existence non seulement d'ondes transversales, mais encore d'ondes longitudinales; la vitesse de propagation de ces dernières dépend de la valeur du coefficient k.

» Dans diverses publications (1), nous avons proposé une détermination de ce coefficient k. Cette détermination conduit aux conclusions que voici (2) :

» *Les ondes électromagnétiques transversales se propagent dans les milieux diélectriques suivant les lois de la théorie électromagnétique de la lumière.*

» *Les ondes électromagnétiques longitudinales se propagent dans tous les milieux diélectriques avec une même vitesse, égale à la vitesse de la lumière dans le vide; elles se propagent aussi avec cette même vitesse dans les conducteurs parfaits.*

» Dans notre enseignement, nous avons, à plusieurs reprises, fait remarquer l'analogie qui semble exister entre les oscillations électriques longitudinales régies par ces lois et les rayons X. Sans nous faire illusion sur le caractère conjectural de cette analogie, nous avons cru intéressant de la rappeler au moment de la publication des belles expériences de M. Blondlot. »

(1) *Sur l'interprétation théorique des expériences hertziennes* (*L'Éclairage électrique,* t. IV, 1895, p. 494).

(2) *Sur la théorie électrodynamique de Helmholtz et la théorie électromagnétique de la lumière* (*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles,* série II, t. V, 1901, p. 227).

M. **Gaston Bonnier** fait hommage à l'Académie du deuxième fascicule (1re et 2e Parties) du « Cours de Botanique » publié par lui en collaboration avec M. *Leclerc du Sablon* :

« Ce fascicule a trait, comme le premier, aux Angiospermes. On y trouve la fin de l'étude de la racine; l'historique des recherches sur la tige, la feuille et la racine; l'étude de la fleur, du fruit, de la graine, du développement de la plante; l'historique des recherches sur la fleur et le fruit. Enfin, le fascicule se termine par l'exposé des caractères de la première série de familles d'Angiospermes, y compris le développement, la structure anatomique et les applications. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **R. Legouez** adresse un Mémoire « Sur une extension de la théorie analytique de la chaleur de Fourier au cas de la congélation ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Sarrau.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, devenue vacante par suite du décès de M. *Cornu*.

(Renvoi à une Commission composée des Sections d'Astronomie, de Géographie et Navigation, et de Géométrie.)

M. **Andoyer**, M. **P. Puiseux** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Faye*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les récentes lueurs crépusculaires observées à Bordeaux.* Note de M. **E. Esclangon**.

Les récentes lueurs crépusculaires ont de nouveau attiré l'attention sur ce phénomène dont les causes restent obscures et sur lequel des opi-

nions diverses ont été émises. Ces lueurs ont été observées régulièrement à Bordeaux dès leur apparition. Cette apparition n'a pas été soudaine: elle est passée inaperçue jusqu'au moment où l'intensité du phénomène est devenue vraiment considérable.

» Dès le 23 octobre, et les jours suivants, j'avais remarqué que le ciel était fortement coloré après le coucher du Soleil; mais, comme l'horizon se montrait brumeux, je n'avais attaché au phénomène aucune importance particulière. Le ciel est resté couvert le 26 et le 27; mais, le 28, le ciel étant redevenu beau, les lueurs ont apparu avec une intensité extraordinaire qui, ce jour-là, a attiré l'attention générale. Le 29 et le 30, l'intensité n'avait que peu varié. Les lueurs apparaissaient un peu avant le coucher du Soleil. Le ciel tout entier se montrait illuminé, teinté de rose ou rouge clair. Après le coucher du Soleil, la coloration s'accentuait; près de l'horizon, la teinte d'abord un peu jaunâtre virait au rouge et, en se dégradant, s'étendait jusqu'au zénith. A mesure que le jour baissait, la limite des régions illuminées s'accentuait et marchait vers l'ouest, pour disparaître finalement sous l'horizon avec une netteté parfaite. Le 31, le ciel était couvert, mais le 1er et le 2 novembre l'illumination était encore considérable, quoique plus faible. Le 3 novembre, *il n'y avait plus trace d'illumination*, et pourtant ce jour-là le ciel était d'une remarquable pureté. La disparition du phénomène a donc été *brusque*, et cette circonstance est particulièrement importante, eu égard à l'opinion qu'on peut se faire sur la cause de ces lueurs anormales. Mais il y a plus : les lueurs crépusculaires du *soir* ont cessé de se montrer après le 2 novembre, tandis qu'elles continuaient à paraître le matin. Dans les matinées du 5, du 8 et du 11 novembre, le ciel s'est montré très vivement et très richement coloré; la teinte seulement était un peu plus jaune. A partir du 30 octobre, j'ai fait quelques observations sur la polarisation atmosphérique. Le 30, au Soleil couchant, dans l'azimut du Soleil et à 90° de cet astre, j'ai trouvé 0,313 comme proportion de lumière polarisée. Le 3 novembre, cette proportion était un peu plus grande : 0,46. Ces chiffres n'ont rien en somme d'anormal. Il eût été intéressant d'étudier les déplacements des points *neutres*, mais l'appareil dont je disposais ne permettait pas de faire commodément ces observations.

» Les circonstances les plus intéressantes du phénomène paraissent être ici : 1° la cessation brusque des lueurs du soir; 2° leur continuation par les lueurs du matin.

» Elles paraissent difficilement conciliables avec l'hypothèse des poussières cosmiques d'origine quelconque; le phénomène devrait, dans ce cas, se montrer indifféremment le soir et le matin. Il semblerait préférable d'adopter l'opinion d'après laquelle ces lueurs seraient dues à la suspension, dans les régions élevées de l'atmosphère, d'une poussière de glace. La disparition subite du phénomène s'expliquerait alors par un réchauffement subit qui aurait anéanti ou transformé ces nuages de glace, la température devenant le matin assez basse pour reproduire le phéno-

mène. Quoiqu'il puisse n'y avoir qu'un rapport éloigné entre les températures des régions élevées et les températures observées au niveau du sol, voici un Tableau qui semble assez significatif :

Dates.	Température moyenne.	
29 octobre.......	8,4	Intensité maximum des lueurs.
30 »	5.1	
31 »	6,4	
1er novembre....	6,3	
2 »	6,3	Dernier jour de visibilité.
3 »	11,3	
4 »	16,6	
5 »	17,1	
6 »	15,1	
7 »	10,2	
8 »	12,2	

» On voit avec quelle netteté le saut brusque des températures coïncide avec la disparition des lueurs du soir. Quant à la coïncidence des époques d'observations de lueurs crépusculaires et des chutes d'étoiles filantes, elle pourrait aussi s'interpréter en disant que les lueurs crépusculaires constituent un phénomène météorologique qui, comme les brouillards, par exemple, se manifeste de préférence vers la mi-automne. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation approchée des fonctions.* Note de M. W. STEKLOFF, présentée par M. E. Picard.

« Soit ψ une fonction de x, continue, admettant la dérivée du premier ordre dans l'intervalle donné (a, b) et s'annulant pour $x=a$, $y=b$; soit φ une autre fonction satisfaisant à la seule condition

$$\int_a^b \varphi^2\, dx < Q^2,$$

Q étant un nombre assignable.

» Désignons par V_n ($n=1, 2, 3, \ldots$) les fonctions vérifiant les conditions suivantes :

$$V_n'' + k_n p(x) V_n = 0, \qquad V_n(a) = 0, \qquad V_n(b) = 0$$

(voir ma Note précédente). *Quelles que soient les fonctions ψ et φ, satisfaisant*

aux conditions tout à l'heure énoncées, on a toujours

$$(1)\quad \int_a^b p\psi\varphi\,dx = \sum_{k=1}^{n} A_k B_k + r_n, \qquad A_k = \int_a^b p\varphi V_k\,dx, \qquad B_k = \int_a^b p\psi V_n\,dx,$$

où [voir mon Mémoire : *Problème de refroidissement, etc.* (*Annales de Toulouse*, 1901, p. 305 et 306)]

$$(2)\qquad |r_n| < \frac{K\sqrt{\int_a^b \psi'^2\,dx}}{\sqrt{k_{n+1}}}.$$

» Il importe de remarquer que *la démonstration de l'égalité* (1) *ne dépend nullement du théorème de Weierstrass-Picard sur le développement des fonctions en séries des polynomes.*

» Posons maintenant

$$\varphi_n = f - \sum_{k=1}^{n} A_k V_k, \qquad A_k = \int_a^b pf V_k\,dx,$$

en désignant par f une fonction quelconque, continue dans l'intervalle (a, b).

» Il est évident que φ_n satisfait à l'inégalité

$$\int_a^b \varphi_n^2\,dx < \frac{1}{p_0}\int_a^b p\varphi_n^2\,dx < \frac{p_1}{p_0}\int_a^b f^2\,dx = Q^2,$$

p_1 et p_0 désignant le maximum et le minimum de $p(x)$ dans l'intervalle donné, Q étant un nombre ne dépendant pas de l'indice n.

» Désignons par α et β ($\beta > \alpha$) deux nombres quelconques, compris entre les limites a et b, et considérons l'intervalle (α, β) qu'on peut représenter géométriquement par un segment $\overline{\alpha\beta}$ de l'axe des x. Désignons par $\overline{AB}$ le segment correspondant à l'intervalle donné (a, b). On peut toujours construire une fonction ψ, continue avec sa dérivée du premier ordre en tous les points du segment $\overline{AB}$, égale à zéro pour

$$a \leq x \leq \alpha, \qquad \beta \leq x \leq b$$

et restant positive en tous les points du segment $\overline{\alpha\beta}$.

» Cela posé, appliquons la formule (1) aux fonctions ψ et φ_n. On aura

$$\int_a^b p\psi\varphi_n\,dx = \int_\alpha^\beta p\psi\varphi_n\,dx = r_n,$$

d'où, en tenant compte du théorème de la moyenne, on tire

$$\varphi_n(\xi)\int_\alpha^\beta p\psi\,dx = \varphi_n(\xi)\mathrm{M} = r_n,$$

ξ désignant un point, situé à l'intérieur du segment $\overline{\alpha\beta}$. Désignons par m le minimum, par N^2 le maximum de toutes les valeurs des intégrales

$$\int_\alpha^\beta p\psi\,dx, \quad \int_\alpha^\beta \psi'^2\,dx,$$

correspondant aux diverses positions possibles du même segment $\overline{\alpha\beta}$ à l'intérieur du segment $\overline{\mathrm{AB}}$. On aura, en tenant compte de (2),

$$|\varphi_n(\xi)| < \frac{\mathrm{KN}}{m\sqrt{k_{n+1}}}.$$

Cette inégalité a lieu, quel que soit le nombre de n; en le choisissant convenablement, on trouve

$$(3) \qquad |\varphi_n(\xi)| < \varepsilon,$$

ε étant un nombre positif, donné à l'avance. Il existe donc un point ξ, intérieur au segment $\overline{\alpha\beta}$, quelle que soit sa position à l'intérieur du segment donné $\overline{\mathrm{AB}}$, tel que le module de $\varphi_n(x)$ en ce point sera plus petit qu'un nombre ε, donné à l'avance. Considérons une position quelconque du segment $\overline{\alpha\beta}$; supposons qu'il subisse un déplacement continu suivant l'axe des x. Le point ξ, correspondant à chaque position du segment $\overline{\alpha\beta}$, le subira également, car φ_n est une fonction continue. Lorsque le segment $\overline{\alpha\beta}$ prendra la position $\overline{\beta\beta_1}$, le point ξ se déplacera de ξ à un point ξ_1 situé à l'intérieur de $\overline{\beta\beta_1}$, et passera par tous les points du segment $\overline{\xi\xi_1}$. Il s'ensuit que le module de $\varphi_n(x)$ doit rester inférieur au nombre ε pour tous les points de l'intervalle $\overline{\xi\xi_1}$, puisque l'inégalité a lieu pour toutes les positions du segment $\overline{\alpha\beta}$ sur l'axe des x.

» En continuant les mêmes raisonnements et en remarquant qu'ils restent vrais quelle que soit la grandeur du segment $\overline{\alpha\beta}$, nous nous assurerons aisément que l'inégalité (3) a lieu pour tous les points de l'intervalle donné $\overline{\mathrm{AB}}$. On obtient ainsi le théorème suivant :

» Théorème. — *On peut trouver une suite finie*

$$\varphi_n = \mathrm{A}_1\mathrm{V}_1 + \mathrm{A}_2\mathrm{V}_2 + \ldots + \mathrm{A}_n\mathrm{V}_n$$

telle que la fonction donnée f, continue dans un intervalle quelconque (a, b), *puisse être représentée dans cet intervalle par* φ_n *avec l'approximation donnée à l'avance.*

» Posant, en particulier,

$$p(x) = 1, \qquad q = 0, \qquad h = H = \infty,$$

nous obtiendrons

$$V_n = \sqrt{\frac{2}{b-a}} \sin \frac{n\pi(x-a)}{b-a}.$$

» *On peut donc, en choisissant convenablement le nombre n, trouver une suite finie de Fourier*

$$\varphi_n = \frac{2}{b-a} \sum_{k=1}^{n} \sin \frac{n\pi(x-a)}{b-a} \int_a^b f \sin \frac{n\pi(x-a)}{b-a} dx$$

telle que la fonction continue f puisse être représentée dans l'intervalle (a, b) *par* φ_n *avec l'approximation donnée à l'avance.* C'est le théorème analogue à celui de Weierstrass-Picard. De ce théorème résulte immédiatement le théorème connu sur la représentation approchée et sur le développement des fonctions continues en séries de polynomes.

» Il importe de remarquer que la série $\sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k$ et, en particulier, la série de Fourier seront, en général, *divergentes*, mais, comme l'on voit, nous pouvons les utiliser toujours sans scrupule, comme les séries convergentes, pour le calcul approximatif des fonctions continues. Les résultats ainsi obtenus seront toujours exacts au point de vue de la pratique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la structure des groupes infinis.* Note de M. **E. Cartan**, présentée par M. E. Picard.

« La théorie de l'équivalence des systèmes de Pfaff, qui a fait l'objet d'une Note présentée récemment à l'Académie, m'a conduit à une théorie de la structure des groupes qui s'applique aussi bien aux groupes infinis (définis par des équations aux dérivées partielles) qu'aux groupes finis.

» Avant de définir ce que j'appellerai *groupes de même structure* ou *groupes isomorphes*, je conviendrai de dire, étant données $m + n$ variables,

$$x_1, \quad x_2, \quad \ldots, \quad x_m; \quad y_1, \quad y_2, \quad \ldots, \quad y_n,$$

que de deux groupes G et G′, l'un transformant les x, l'autre les x et les y, le second G′ est le *prolongement* du premier G, si G′ transforme entre elles les variables x et cela de la même manière que le groupe G. Le prolongement sera dit *holoédrique* si la transformation identique est la seule transformation de G′ qui laisse invariantes toutes les variables x.

» Cela étant, deux groupes G et G_1 seront dits *isomorphes* s'il existe, dans un même nombre de variables, deux groupes G′ et G'_1 *semblables*, qui résultent respectivement du prolongement holoédrique de G et de G_1. Le groupe G sera dit *isomorphe mériédrique du groupe* G_1 si G'_1 seul est le prolongement holoédrique de G_1 et si, de plus, G et G_1 ne sont pas isomorphes holoédriques.

» Cette définition de l'isomorphisme concorde avec la définition ordinaire dans le cas des groupes finis; en particulier, tout groupe fini intransitif est isomorphe d'un groupe fini transitif.

» Or, d'après la théorie dont il est question au début de cette Note, on peut toujours prolonger holoédriquement un groupe fini, de manière qu'il laisse invariantes r expressions de Pfaff, $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_r$, formant un système complet fermé [1], et alors les covariants de ces r expressions sont de la forme

$$(1) \qquad \omega'_s = \sum_{i,k}^{1,2,\ldots,r} c_{iks}\omega_i\omega_k \qquad (s = 1, 2, \ldots, r),$$

où les c_{iks} sont des *constantes* assujetties à certaines relations. On retrouve la représentation ordinaire de la structure des groupes finis.

» Si le groupe est infini et, pour fixer les idées, transitif, il se passe quelque chose d'analogue. On peut toujours le prolonger holoédriquement de manière à le définir comme *le plus grand groupe laissant invariantes r expressions de Pfaff*, $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_r$, *formant encore un système complet, mais qui n'est plus fermé;* ces r expressions s'obtiennent très facilement si l'on connaît les équations de définition du groupe. Les covariants de ces r expressions sont alors de la forme

$$(2) \qquad \omega'_s = \sum_{i,k} c_{iks}\omega_i\omega_k + \sum_{i,\lambda}^{\lambda=1,\ldots,\rho} a_{\lambda is}\omega_i\varpi_\lambda \qquad (s = 1, 2, \ldots, r),$$

---

(1) Cela signifie que le système

$$\omega_1 = \omega_2 = \ldots = \omega_r = 0$$

est complètement intégrable et que les covariants bilinéaires des ω sont des expressions bilinéaires en $\omega_1, \ldots, \omega_r$ seulement.

les ϖ_λ désignant ρ nouvelles expressions de Pfaff. Les c_{iks} et les $\alpha_{\lambda is}$ sont encore des constantes. Si le groupe est intransitif, il en est de même, sauf que les coefficients c et α peuvent être des fonctions des invariants du groupe.

» Ces quantités c et α ne sont d'ailleurs pas arbitraires. Je n'énonce pas les conditions nécessaires auxquelles elles doivent satisfaire; je me contente de signaler ce fait important que les ρ transformations infinitésimales

$$\sum_{i,s}^{1,2,\ldots,r} \alpha_{\lambda is}\omega_i \frac{\partial f}{\partial \omega_s} \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots, \rho)$$

forment un groupe linéaire G que nous disons *associé* au groupe infini considéré.

» D'ailleurs le système $(\omega_1, \ldots, \omega_r)$ n'est pas unique; mais il est très vraisemblable, et cela est certain pour les groupes transitifs simples dont il sera question plus loin, qu'il existe une valeur minima de r et un système unique déterminé d'où tous les autres peuvent se déduire par des procédés simples. Ce nombre minimum r définit l'*ordre* du groupe.

» Pour les groupes infinis il y a une différence essentielle, au point de vue de la structure, entre les groupes transitifs et les groupes intransitifs. Certains groupes intransitifs ne sont isomorphes à aucun groupe transitif : par exemple le groupe

$$x' = x, \qquad y' = y + f(x).$$

» D'une manière plus précise, considérons le système

$$\sum_i \alpha_{\lambda is}\omega_i = 0 \qquad (\lambda = 1, \ldots, \rho;\ s = 1, 2, \ldots, r):$$

Ce système est complètement intégrable; ceux des invariants du groupe qui sont des intégrales de ce système ne peuvent pas être éliminés; les autres peuvent l'être sans changer la structure.

» Il se produit alors ce fait remarquable que, tandis que la structure des groupes transitifs ne dépend que de constantes, *celle des groupes intransitifs peut dépendre, en outre, de fonctions;* je citerai les deux groupes suivants :

(3) $\qquad x' = x, \qquad y' = f(y), \qquad z' = z[f'(y)]^x + \varphi(x, y);$

(4) $\qquad x' = x, \qquad y' = yf(x) + \varphi(x), \qquad z' = z[f(x)]^x + \psi(x).$

» Les applications que l'on peut faire des groupes à la recherche des

caractéristiques des systèmes différentiels (lorsqu'elles ne dépendent que de constantes arbitraires) montrent une fois de plus l'importance des groupes *simples, définis comme des groupes n'admettant aucun groupe qui leur soit isomorphe mériédrique*, ce qui n'exclut pas d'ailleurs l'existence possible de *sous-groupes invariants*. On est ramené à des problèmes dont chacun est caractérisé par un groupe transitif simple, et ces différents groupes simples sont aussi facilement déterminables d'après les formules (2) que dans le cas des groupes finis.

» Comme résultats intéressants je signalerai les suivants :

» *Le seul groupe transitif simple dont les équations dépendent d'une fonction arbitraire d'un argument est isomorphe au groupe général à une variable. Il n'y a pas de groupes transitifs simples dont les équations dépendent de deux fonctions arbitraires d'un argument.*

» Tous les groupes infinis d'ordre 1, 2, 3 se déterminent sans aucune difficulté; ils ne fournissent aucun groupe transitif simple qui ne soit bien connu. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les électrodes bipolaires*. Note de MM. André Brochet et C.-L. Barillet, présentée par M. Moissan.

« Nous avons été amenés à étudier comment se comporte une électrode bipolaire lorsqu'elle ne forme pas cloison étanche et, d'une façon générale, quelle est l'influence d'une masse métallique placée dans un électrolyseur et ne communiquant pas avec les électrodes.

» Dans une première série de recherches nous avons pris comme électrolyte le sulfate de cuivre, en raison de la facilité de sa décomposition et de l'exactitude avec laquelle on peut se rendre compte qualitativement et quantitativement de la marche de l'électrolyse.

» L'augmentation de poids de la cathode permet de déterminer la quantité d'électricité qui a traversé l'électrolyseur. Les résultats que nous publions aujourd'hui ont été obtenus au moyen d'une électrode bipolaire en platine, l'interélectrode, le côté de cette lame en regard de l'anode étant l'intercathode, le côté face à la cathode, l'interanode.

» L'augmentation de poids de la lame de platine correspondant au cuivre déposé sur l'intercathode permet d'évaluer la quantité d'électricité ayant traversé cette lame.

» Pour une surface déterminée de l'interélectrode en rapport avec les

constantes de l'électrolyseur, on remarque qu'il ne se forme, au-dessous d'une certaine densité de courant, aucun dépôt sur la lame de platine, celle-ci se comportant comme une lame non conductrice et n'ayant d'autre résultat que d'augmenter la résistance ohmique du bain et la tension aux bornes de l'électrolyseur. Mais à partir d'une densité de courant déterminée, correspondant dans tous les cas à une différence de potentiel aux bornes supérieure à la tension de décomposition du sulfate de cuivre, une certaine quantité d'électricité traverse la lame de platine, ce qui est démontré par le dépôt de cuivre sur l'interanode et un dégagement gazeux sur l'intercathode.

» Le dépôt de cuivre affecte des contours variables suivant la déformation du flux de courant produite par l'électrode bipolaire; dans les conditions des expériences présentes nous avons toujours eu un cercle au centre de l'intercathode.

» Si nous augmentons le rapport entre la surface de la lame et la section de l'électrolyseur, on remarque que pour une même densité de courant le dépôt sur l'intercathode et la différence de potentiel aux bornes sont plus considérables.

» Il ne suffit pas que la différence de potentiel aux bornes soit supérieure à la tension de décomposition pour que le courant traverse la bipolaire, il faut encore que le rapport des surfaces soit assez élevé; d'ailleurs, sauf le cas où ces surfaces sont presque de mêmes dimensions, le rapport entre la quantité d'électricité traversant la bipolaire et la quantité fournie à l'électrolyseur est toujours très faible, ce qui se conçoit aisément, les lignes de courant passant de préférence par le conducteur liquide, en raison de la résistance apparente présentée par l'interélectrode, du fait de la tension de décomposition et autres phénomènes dus à la polarisation.

» Dans le Tableau ci-dessous nous avons réuni quelques résultats obtenus pour un écart de 4^{cm}, 8^{cm} et 12^{cm} entre des électrodes de $13^{cm},5$ de côté.

» Les valeurs placées dans les colonnes U indiquent les tensions aux bornes en volts; les valeurs des colonnes D indiquent, en millimètres, le diamètre du cercle de cuivre. Il y a lieu de remarquer que les dépôts obtenus avec moins de 2 volts sont insignifiants comme épaisseur.

	12^{cm}.		8^{cm}.		4^{cm}.	
I.	U.	D.	U.	D.	U.	D.
amp	volts	mm	volts	mm	volts	mm
4,0	3,4	50	2,82	50	1,80	30
3,5	»	»	»	»	1,66	25

	12cm.		8cm.		4cm.	
I.	U.	D.	U.	D.	U.	D.
amp	volts	mm	volts	mm	volts	mm
3,0	2,7	25	2,16	18	1,34	15
2,5	»	»	1,79	14	»	»
2,0	1,83	17	1,45	insignifiant	»	»
1,5	1,38	insignifiant	»	»	»	»

» Quant à la quantité d'électricité qui a traversé l'interélectrode, elle est toujours très faible. C'est ainsi qu'avec une distance de 12^{cm} entre les électrodes et pour une intensité de 4 ampères, c'est-à-dire dans les meilleures conditions du Tableau précédent, le dépôt pendant 1 heure n'est que de $0^g,11$ sur l'interélectrode, alors qu'il est de $4^g,46$ sur la cathode. Il n'est donc passé au travers de la bipolaire que 2,5 pour 100 du courant fourni à l'appareil. Avec un électrode n'ayant que $7^{cm},5$, le dépôt n'est que $0^g,02$, ce qui correspond à moins de 0,50 pour 100 du courant total.

» Passons brièvement en revue quelques points intéressants que nous étudierons plus complètement dans une autre publication, en y joignant le détail de nos expériences.

» 1° Si au lieu d'une électrode bipolaire nous en mettons deux, à densité de courant égale la tension est plus élevée et le dépôt plus faible. De plus, ce dépôt est plus important sur l'interélectrode voisine de l'anode.

» 2° Si l'on déplace un électrode bipolaire soit vers l'anode, soit vers la cathode, on constate que la tension aux bornes diminue.

» 3° Si l'on déplace une électrode bipolaire en maintenant l'intensité constante, on remarque que la surface du dépôt augmente et que son épaisseur diminue si on la rapproche de l'anode; au contraire, la surface du dépôt diminue, mais son épaisseur augmente si on la rapproche de la cathode.

» 4° Si l'on prend comme interélectrode une lame de platine dont le côté anode a été recouvert préalablement d'une couche de cuivre, l'interanode agissant comme électrode soluble, il se forme sur l'intercathode un dépôt sensiblement uniforme, puis, lorsque le métal anodique est complètement disparu la tension aux bornes s'élève presque instantanément et le cuivre déposé sur les bords de l'intercathode se dissout peu à peu; finalement il reste sur l'intercathode un cercle plus grand que celui obtenu par dépôt direct. Entre le cercle ainsi rongé et le cercle formé par le dépôt pendant la marche régulière se trouve un anneau correspondant à une zone neutre. Ce fait s'explique également d'après ce que nous avons dit

précédemment : une ligne de courant, pénétrant par la partie centrale de la lame de platine par le côté intercathode, sortira plutôt par les bords de cette face, lorsqu'il s'y trouve encore du cuivre, que par le côté interanode insoluble.

» 5° Si l'on répète l'essai précédent dans des conditions telles que la tension aux bornes soit inférieure à la tension de décomposition du sulfate de cuivre, le même fait se produit, et le cuivre s'accumule au centre de l'intercathode, puis l'action s'arrête, le poids de la lame restant invariable pendant la durée de l'expérience.

» Dans une prochaine Note nous étudierons ce qui se passe dans le cas d'une interanode soluble. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la constante de temps caractéristique de la disparition de la radioactivité induite par le radium dans une enceinte fermée.* Note de M. P. Curie, présentée par M. A. Potier.

« Dans des recherches antérieures nous avons, M. Debierne et moi, étudié les conditions dans lesquelles se produisent les phénomènes de la radioactivité induite ([1]). Dans cette Note j'examinerai la manière dont disparaît la radioactivité induite quand on a supprimé l'action du radium.

» Une enceinte fermée renferme un sel solide ou une dissolution de sel de radium. Tous les corps placés dans l'enceinte deviennent radioactifs. Si l'on retire de l'enceinte un corps solide qui y a été activé, il perd à l'air libre son activité suivant une loi d'allure exponentielle, l'activité radiante diminuant de moitié pour des temps de l'ordre de grandeur d'une demi-heure.

» Une enceinte en verre s'active intérieurement lorsqu'elle est mise en communication par un tube avec un flacon renfermant un sel de radium. On peut séparer l'enceinte activée du radium en fermant à la lampe le tube de communication; l'activité des parois de l'enceinte fermée ainsi séparée diminue aussi avec le temps, mais suivant une loi exponentielle bien moins rapide que dans le cas de la désactivation à l'air libre. L'activité décroît alors de moitié en 4 jours.

» Dans cette deuxième expérience, de l'air radioactif a été enfermé dans l'enceinte; c'est lui qui entretient l'activité des parois. On peut se rendre

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 548 et 768; t. CXXXIII, p. 276 et 931.

compte qu'il en est bien ainsi : si l'on ouvre l'enceinte activée et que l'on chasse l'air qu'elle renferme, les parois de l'enceinte se désactivent à partir de ce moment suivant le mode rapide de désactivation, l'activité baissant de moitié en un temps de l'ordre de grandeur d'une demi-heure. On obtient encore la même loi de désactivation avec l'enceinte fermée si l'on a retiré l'air actif en faisant le vide. Le résultat est encore le même si, après avoir fait le vide, on laisse rentrer l'air non actif dans l'enceinte maintenue ensuite fermée. Donc, de toute façon, lorsqu'on a enlevé de l'intérieur du tube l'air modifié par le radium, on obtient le mode rapide de désactivation des parois.

» Je ne m'occuperai dans cette Note que de la loi de désactivation dans le cas d'une enceinte close, renfermant des gaz activés. J'emploie le plus souvent, comme enceinte close, un tube de verre scellé à la lampe. Ce tube de verre est placé dans le cylindre intérieur d'un condensateur cylindrique en aluminium. Les rayons émis par le tube traversent l'aluminium et rendent conducteur l'air entre les armatures du condensateur. On mesure le courant limite que l'on obtient entre les deux armatures, lorsqu'on maintient entre elles une différence de potentiel suffisante (450 volts). Le rayonnement, ainsi mesuré, est dû exclusivement à la radioactivité des parois, car, lorsqu'on retire rapidement l'air actif du tube, le rayonnement mesuré immédiatement après est le même qu'avant.

» La loi de désactivation d'une enceinte fermée est remarquablement simple. L'intensité du rayonnement I est exprimée en fonction du temps t par une loi exponentielle

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\theta}},$$

I_0 étant l'intensité initiale, e la base des logarithmes népériens et θ une certaine constante qui représente un temps.

» En portant le logarithme de I en ordonnées et t en abscisses, les points représentatifs des expériences viennent se placer sur une droite, les écarts n'ayant pas de caractère systématique et ne dépassant pas l'erreur possible des expériences (1 pour 100 sur la valeur de I).

» Certaines séries de mesures ont été poursuivies pendant 20 jours; l'intensité du rayonnement était devenue, au bout de ce temps, vingt-sept fois plus faible qu'au début, et la loi de désactivation s'appliquait toujours.

» J'ai fait des expériences dans des conditions extrêmement variées, et cependant elles ont toutes donné la même valeur pour la constante de temps θ. La valeur moyenne, qui résulte des déterminations concordantes

obtenues dans 24 séries d'expériences, est : $\theta = 4{,}970 \times 10^5$ secondes (5,752 jours).

» D'après cette valeur de θ, l'intensité du rayonnement baisse de moitié en 3 jours 23 heures 42 minutes, soit sensiblement en 4 jours.

» La constante θ reste la même : 1° en employant, pour activer les tubes, des solutions de sels de radium d'activité très différente; 2° en employant, pour activer, le chlorure de radium solide; 3° en faisant varier les dimensions des enceintes activées (de 3^{cm^3} à 2000^{cm^3}), ainsi que la forme de ces enceintes; 4° en faisant varier l'épaisseur du verre; 5° en employant des enceintes à parois de cuivre ou d'aluminium au lieu d'enceintes en verre; 6° en activant par l'intermédiaire de tubes larges et courts ou longs et capillaires; 7° en faisant varier le temps de l'activation par le radium entre 15 minutes et 1 mois; 8° en activant sous des pressions d'air plus faibles que la pression atmosphérique jusqu'à une pression de 2^{cm} de mercure et en laissant le tube se désactiver scellé sous cette pression réduite; 9° en opérant avec de l'hydrogène ou avec de l'acide carbonique au lieu d'air à l'intérieur des tubes activés.

» Enfin, j'ai opéré dans des conditions bien différentes en prenant comme mesure de l'activité l'intensité du courant électrique passant entre deux électrodes situées dans l'intérieur des tubes activés. La loi de désactivation est encore la même; cependant, dans ce cas, la conductibilité que l'on mesure est due à la fois à la radioactivité des parois et à celle du gaz de l'enceinte.

» Il résulte de ces nombreuses mesures que la constante de temps qui caractérise la diminution de l'activité d'une enceinte activée fermée n'est nullement influencée par les conditions de l'expérience, par la nature du gaz qui remplit l'enceinte ou de la matière qui en constitue les parois.

» La constante de temps θ est donc une constante qui ne comporte aucun caractère spécifique, et, par suite, elle doit avoir une importance d'ordre général. Les mesures se font dans des conditions telles que j'estime que cette constante est susceptible d'être déterminée avec une très grande précision.

» Dans des Notes antérieures nous avons admis, M. Debierne et moi, que chaque atome de radium fonctionne comme une source d'énergie qui se dissipe par rayonnement ou par conduction de proche en proche dans des corps fluides. Les expériences actuelles montrent que dans les gaz l'énergie est emmagasinée sous une forme spéciale qui se dissipe suivant une loi exponentielle. On peut admettre que cette énergie s'épuise parce qu'elle est utilisée à entretenir la radioactivité du gaz et des parois. »

PHYSIQUE. — *Sur l'hydrogène atmosphérique.* Note de M. **Anatole Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« La publication récente d'expériences de lord Rayleigh (¹) sur la présence de l'hydrogène dans l'atmosphère m'a incité à présenter une remarque qui me semble maintenant décisive.

» Je rappellerai d'abord que j'ai déterminé par une méthode directe, en poids, la masse d'oxygène contenue dans 1^g d'air atmosphérique préalablement traité par la potasse et les desséchants. J'ai dit comment je me suis assuré de la fidélité de la méthode et montré que l'erreur qu'elle comporte ne peut guère dépasser $\frac{1}{10000}$ (²).

» J'ai trouvé que l'air de Paris et des environs contient de 0,2318 à 0,2323 d'oxygène.

» D'autre part, on peut déduire la composition de cet air de la connaissance des densités par rapport à lui de l'oxygène et de l'azote atmosphérique.

» On écrit, en désignant par d et d' ces densités, et par x la teneur de l'air en oxygène, en volume :

$$xd + (1 - x)d' = 1. \tag{1}$$

» On en tire aisément la teneur en poids xd. Or, en remplaçant d et d' par les nombres provenant de mes déterminations, on trouve

$$xd = 0{,}2322 \text{ (par excès)},$$

qui concorde parfaitement avec la moyenne des résultats obtenus par pesées.

» Mais : 1° Cette équation, dite *des masses*, admet implicitement la loi du mélange des gaz de Dalton ;

» 2° Elle ne tient pas compte des gaz qui, comme l'hydrogène, existent dans l'air et non dans l'azote atmosphérique préparé au moyen du cuivre, avec les précautions que j'ai indiquées.

» La première cause d'erreur est ici négligeable ; mais il n'en serait pas

(¹) Lord Rayleigh, *On the question of hydrogen in the atmosphere* (*Philos. Magazine*, 6ᵉ série, t. III, p. 416-422).

(²) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 262 ; t. CXIII, p. 129, et t. CXXIII, p. 805, et *Annales de Chimie et de Phys.*, 7ᵉ série, t. XV, p. 91 et suiv.

de même de la deuxième si l'hydrogène était aussi abondant dans l'atmosphère que l'indiqueraient les expériences de M. A. Gautier (1) : 1^{cm^3} dans 5^l.

» En effet, soient ε la proportion en volume de ce gaz et d'' sa densité. L'équation des masses devient

$$(2) \qquad xd + (1 - x - \varepsilon)d' + \varepsilon d'' = 1,$$

d'où l'on tire

$$(3) \qquad xd = \frac{d(1-d')}{d-d'}\left(1 + \varepsilon\frac{d'-d''}{1-d'}\right).$$

» Si l'on admet, avec M. Gautier, $\varepsilon = 0,0002$, on trouve

$$xd = 0,2336.$$

» Il faudrait donc supposer, ou bien que mes densités de gaz sont assez fortement erronées, ainsi d'ailleurs que celles de lord Rayleigh, ou bien que ma méthode en poids comporte une erreur systématique quinze fois plus forte que je ne l'ai admis : $\frac{1,5}{10000}$, en moyenne.

» Il résulte bien, cependant, de la discussion de mes déterminations que la valeur de xd calculée au moyen de l'équation (1) ne peut pas descendre au-dessous de 0,2317, tandis que la valeur moyenne déterminée directement ne peut dépasser 0,2322 (2).

» A supposer qu'il n'y eût point de formène dans l'atmosphère, la formule (3) donnerait, avec ces *valeurs extrêmes*, 0,00006, au lieu de 0,0002 (3).

» Les expériences de lord Rayleigh tranchent la question. On sait qu'il arrive, par des moyens variés, à cette conclusion : que la proportion de l'hydrogène libre dans l'air des campagnes est au moins six à huit fois plus faible que celle trouvée par M. Gautier.

» Or, si nous reprenons la formule (3) avec ces nouvelles valeurs de ε, nous trouvons que la proportion de l'oxygène est voisine de 0,2323. Mes conclusions relatives à l'accord des deux méthodes restent donc entières. »

---

(1) A. Gautier, *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 13, 86 et 535.

(2) Avec les nombres de lord Rayleigh, qui diffèrent à peine des miens, on arrive à une teneur très légèrement inférieure. Cela tient, ainsi que je l'ai montré, à ce que l'air de Londres est un peu moins riche en oxygène que celui de Paris.

(3) On voit aisément qu'un égal volume de formène causerait une erreur plus de deux fois moindre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxalomolybdites*. Note de M. **Bailhache**, présentée par M. Haller.

« Ces oxalates complexes s'obtiennent en partant du sulfate de molybdène $Mo^2O^5 2SO^3$, que j'ai décrit dans une Note antérieure [1].

» Après avoir dissous dans l'eau le composé $Mo^2O^5 2SO^3$, on y ajoute 2^{mol} d'acide oxalique, pour chaque molécule de sulfate en expérience; on porte à l'ébullition, et l'on précipite tout l'acide sulfurique par une quantité calculée d'hydrate de baryum; la liqueur filtrée est additionnée de 1^{mol} de carbonate de potassium, qui s'y dissout avec effervescence, et concentrée dans un courant d'acide carbonique. Il se dépose par refroidissement des cristaux rougeâtres d'oxalomolybdite de potassium.

» Ce sel est recueilli, lavé à l'eau distillée et mis à sécher dans le vide, où il perd son eau d'hydratation, en même temps que sa couleur passe du rouge au jaune orangé.

» Ainsi déshydraté, il a donné à l'analyse : 65,80 pour 100 de dimolybdate de potassium; 24,50 pour 100 de C^2O^3; 16,20 pour 100 d'oxyde de potassium K^2O et 12,27 pour 100 d'eau.

» L'oxygène nécessaire pour l'oxydation totale tant de l'acide oxalique que du molybdène est de 8,22 pour 100. Cette détermination a été faite en solution sulfurique, à l'aide d'une liqueur titrée de permanganate de potassium. Ces chiffres répondent sensiblement pour le sel jaune à la formule

$$MoO(OH)^3 C^2O^3(OH)K.$$

» Les cristaux rouges perdent dans le vide une quantité d'eau variable d'une préparation à l'autre, par suite de la formation de plusieurs hydrates que je n'ai pas obtenus isolés.

» Pour comprendre la formation de ce sel à partir du sulfate $Mo^2O^5 2SO^3$, il me fallut étudier à nouveau les réactions données par les solutions dans l'eau de ce composé. Non seulement la potasse ou la soude, ou les carbonates correspondants produisent, dans cette solution, un précipité ressemblant à l'hydrate ferrique, mais il en est aussi de même avec les sels les plus divers, tels que le chlorure d'ammonium, le sulfate ou l'acétate de sodium. J'avais cru d'abord obtenir ainsi du bioxyde de molybdène hydraté, mais un examen plus attentif a infirmé cette hypothèse.

» J'ai particulièrement examiné le précipité obtenu par l'acétate de sodium, en opérant dans un courant d'hydrogène. On le lave avec une solution de ce sel que l'on

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, février 1901.

élimine ensuite par l'alcool. Ce précipité, séché dans le vide, donne, il est vrai, des proportions de métal et d'oxygène qui varient d'une expérience à l'autre; mais la quantité d'oxygène nécessaire pour faire passer tout le molybdène qu'il renferme, à l'état d'acide molybdique, déterminée par le bichromate de potassium, est toujours très inférieure à celle qui serait exigée pour l'oxydation du bioxyde.

» Ce fait s'explique aisément en admettant qu'on se trouve en présence d'un mélange variable de bioxyde de molybdène hydraté et d'un autre hydrate $Mo^2O^5 3H^2O = 2 MoO(OH)^3$, qui n'est autre que l'hydrate de molybdényle de M. Peter Klason (1). C'est lui que l'on devrait obtenir seul, s'il n'était très facilement dissocié, en cours de préparation, en bioxyde de molybdène et en acide molybdique.

» Les réactions données par la solution aqueuse du sulfate de molybdène confirment cette manière de voir. En effet, additionnée de chlorure d'ammonium et saturée d'acide chlorhydrique gazeux, elle laisse déposer des cristaux vert d'herbe du chlorure double de molybdényle et d'ammonium.

» Cette réaction caractéristique, l'oxalomolybdite de potassium la donne également en dissolvant à chaud un mélange de ce sel et de chlorure d'ammonium dans l'acide chlorhydrique concentré :

$$\begin{aligned} &MoO(OH)^3C^2O^3(OH)K + 2AzH^4Cl + 4HCl \\ &= MoOCl^3 2AzH^4Cl + KCl + C^2O^4H^2 + 3H^2O. \end{aligned}$$

» Traité par l'acide azotique étendu, l'oxalomolybdite de potassium se transforme en oxalomolybdate appartenant à la série des corps découverts par M. Péchard (2) :

$$2[MoO(OH)^3C^2O^3(OH)K] + O = 2[MoO^3C^2O^4HKH^2O] + H^2O.$$

» L'oxalomolybdite de potassium ne commence à perdre son eau de constitution que vers + 115°, et il faut le porter à + 180° pour le déshydrater complètement, mais il est déjà altéré, et la décomposition s'accélère, à mesure que la température s'élève, suivant l'équation

$$\begin{aligned} &2[MoO(OH)^3C^2O^3(OH)K] \\ &= MoO^2 + MoO^4K^2 + 2CO + 2CO^2 + 4H^2O. \end{aligned}$$

» C'est en raison de cette union intime de l'eau dans ces sels, que j'ai supposé que l'hydrate de molybdényle entrait tout entier dans la molécule,

(1) *D. ch. G.*, t. XXXIV, p. 148.

(2) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1052.

comme M. Wyrouboff a proposé de l'admettre pour les hydrates de sesquioxyde ([1]).

» L'oxalomolybdite d'ammonium se prépare par le même procédé. Ce sel forme un hydrate rougeâtre qui ne renferme qu'une seule molécule d'eau, qu'il perd dans le dessiccateur, en même temps que sa nuance passe du rouge au jaune. Ce sel jaune a la même constitution que le sel correspondant de potassium :

$$MoO(OH)^3(C^2O^3)(OH)AzH^4.$$

» Il donne, d'une façon générale, les mêmes réactions que ce dernier sel; mais, décomposé par la chaleur, il laisse un résidu de sesquioxyde de molybdène, qui retient une quantité importante d'azote. Cette décomposition est accompagnée d'un phénomène d'incandescence subite, qui se communique de proche en proche à toute la masse, avec une légère déflagration.

» Ces deux oxalomolybdites donnent, avec les sels de baryum, un précipité cristallin peu soluble dans l'eau. Cet oxalomolybdite de baryum s'obtient d'ailleurs avec la plus grande facilité, en suivant la méthode qui a servi pour le sel de potassium, à cette différence près que, après avoir éliminé l'acide sulfurique, on additionne la liqueur refroidie d'une solution de chlorure de baryum très diluée, en petit excès et légèrement acidifiée par l'acide chlorhydrique. En prenant ces précautions il se dépose lentement de forts beaux cristaux d'une nuance rouge foncé tirant sur le grenat, de la composition suivante :

$$\left.\begin{matrix} MoO(OH)^3 C^2O^4 H^2 \\ MoO(OH)^3 C^2O^4 Ba \end{matrix}\right\} H^2O.$$

» Il ne perd pas d'eau dans le vide et il ne commence à se déshydrater à l'étuve que vers la température de $+110^\circ$ à $+115^\circ$. On peut avec l'oxalomolybdite de baryum obtenir également le chlorure double de molybdényle et d'ammonium : on le dissout dans l'acide chlorhydrique, la liqueur refroidie laisse déposer le chlorure de baryum, on la décante et l'on y ajoute du chlorure d'ammonium en chauffant légèrement; par refroidissement, il se forme des octaèdres vert d'herbe caractéristiques.

» Grâce à l'insolubilité de l'oxalomolybdite de baryum on peut faire l'expérience inverse, c'est-à-dire partir du chlorure double de molybdényle et d'ammonium pour le préparer. Vient-on, en effet, après avoir dissous les octaèdres verts dans de l'eau contenant de l'acide oxalique, à

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, juillet 1902, p. 666.

verser dans la liqueur une solution barytique, l'on obtient à nouveau un précipité d'oxalomolybdite de baryum :

$$2MoOCl^3 2AzH^4Cl + 2C^2O^4H^2 + BaCl^2 + 7H^2O$$
$$= [(CMoO)^2(OH)^6(C^2O^4)^2H^2Ba, H^2O] + 4AzH^4Cl + 8HCl.$$

» Ce sel se prête très aisément à la double décomposition, et l'on peut, en faisant réagir sur lui les différents sulfates solubles, obtenir d'autres oxalomolybdites. Je poursuis l'étude de ces composés. »

CHIMIE ANIMALE. — *Quelques remarques sur la musculamine, base dérivée des muscles*. Note de M. **S. Posternak**.

« Dans une des dernières séances de l'Académie, MM. Étard et Vila ([1]) ont décrit, comme étant inconnue jusque-là, une base qu'ils avaient isolée des produits d'hydrolyse des muscles de veau. Cette base, pour laquelle ils proposent le nom de *musculamine*, posséderait la composition $C^8H^{24}Az^3$ et serait *le premier exemple d'une triamine parmi les produits biologiques*.

» Je crois nécessaire de faire remarquer à ce propos que les propriétés et les nombres d'analyse de la nouvelle base ne laissent aucun doute sur son identité avec la *cadavérine* $C^5H^{14}Az^2$, découverte par M. Brieger ([2]) dans les muscles des cadavres et par son élève Bocklisch ([3]) dans la chair des poissons putréfiés. Cette même base fut retrouvée plus tard par MM. Udransky et Baumann ([4]) dans les urines d'un cystinurique et par MM. Winterstein et Thöny ([5]) dans le fromage mûr d'Emmenthal.

» D'après M. Ladenburg ([6]), la cadavérine présente la constitution d'une *pentaméthylènediamine*.

» Nous savons aujourd'hui, grâce aux recherches de M. Ellinger ([7]) que le chaînon de la molécule albuminoïde, qui donne naissance à la pentaméthylènediamine, pendant la putréfaction, est le même que celui de l'acide

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 698.
(2) *Weitere Untersuchungen über Ptomaïne*. Berlin, 1885.
(3) *Ber. d. d. chem. Gesel.*, t. XVIII, 1885, p. 1922.
(4) *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, t. XIII, 1889, p. 562.
(5) *Ibidem*, t. XXXVI, 1902, p. 28.
(6) *Ber. d. d. chem. Gesel.*, t. XIX, 1886, p. 2585.
(7) *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, t. XXIX, 1900, p. 334.

diaminocaproïque (la *lysine* de Drechsel) qui se forme régulièrement lors de la décomposition des différentes matières albuminoïdes à l'aide des acides ou des alcalis.

» Il semble ressortir, en outre, des travaux récents de MM. Zawrow ([1]) et Langstein ([2]), que la pentaméthylènediamine remplace la lysine également dans les produits résultant de la digestion pepsique très prolongée des albuminoïdes, alors même qu'on opère dans des conditions d'asepsie parfaite.

» L'observation de MM. Étard et Vila pourrait donc devenir d'une certaine importance, s'ils réussissaient à démontrer que leur mélange des produits de décomposition des muscles de veau n'avait subi, au cours des manipulations, aucune modification microbienne profonde. Dans ce cas, nous aurions eu le premier exemple de la formation directe de la cadavérine par hydrolyse d'un albuminoïde au moyen des acides. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la variation des réserves hydrocarbonées dans la tige et la racine des plantes ligneuses.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Je me suis proposé d'étudier de quelle façon les sucres et les matières amylacées variaient, dans le courant de l'année, à l'intérieur des plantes ligneuses. Pour cela j'ai dosé ces substances à différentes époques de l'année dans les tiges, les racines et les feuilles de certaines espèces.

» Afin d'avoir des résultats comparables, j'ai opéré sur des plants de même âge et cultivés les uns à côté des autres dans les mêmes conditions. Tous les 40 jours environ, l'un de ces plants était arraché; les tiges, les racines et, s'il y avait lieu, les feuilles formaient trois lots distincts qui étaient desséchés à 90°, puis réduits en poudre. Les dosages étaient effectués sur environ 3g de la matière. Les substances grasses, qui n'existent en quantité assez considérable que dans la feuille, étaient extraites par l'éther; puis les sucres étaient extraits par l'alcool à 90°, ils étaient dosés après avoir été transformés en glucose. La matière épuisée par l'éther et par l'alcool était additionnée d'eau, chauffée pendant 2 heures à 115° dans un autoclave, puis traitée par l'acide chlorhydrique étendu pour transformer les matières amylacées en glucose. Après quelques tâtonnements, j'ai reconnu que la quantité de glucose obtenue était la plus grande lorsque le liquide renfermait 10 pour 100 d'acide du com-

---

([1]) *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, t. XXXIII, 1901, p. 312.

([2]) *Beiträge zur chem. Physiologie u. Pathologie*, t. II, 1902, p. 228.

merce et que l'ébullition était prolongée pendant 1 heure. Dans ces conditions on peut admettre que toutes les substances hydrocarbonées pouvant jouer le rôle de réserve sont transformées en glucose.

» En opérant de cette façon j'ai obtenu les résultats suivants, pour la tige et la racine du Châtaignier; je reviendrai plus tard sur la feuille :

	Sucres.		Mat. amylacées.		Total.	
	Tige.	Racine.	Tige.	Racine.	Tige.	Racine.
11 janvier......	4,0	1,9	20,7	25,3	24,7	27,2
26 février.......	4,3	4,7	20,4	21,0	24,7	25,9
28 mars........	2,7	3,3	18,8	21,4	21,5	24,7
20 mai........	2,3	3,1	17,6	16,7	19,9	19,8
22 juin.........	2,1	3,6	18,3	18,2	20,4	21,8
27 juillet.......	2,6	3,6	18,5	20,7	21,1	24,3
12 septembre...	2,2	1,8	23,7	28,5	25,9	30,3
19 octobre......	2,2	1,6	24,2	27,5	26,4	29,1
22 novembre....	3,2	1,1	21,5	27,8	24,7	28,9
26 décembre....	3,7	1,9	19,3	25,4	23,0	27,3

» Tous les nombres contenus dans le Tableau précédent se rapportent à 100 parties de matière sèche. Ainsi, le 11 janvier, 100^g de matière sèche de la tige renfermaient 4^g de sucre. Les résultats que j'ai obtenus complètent et précisent les observations micrographiques, lesquelles ne se rapportent qu'à l'amidon solide et ne sont que qualitatives. Les réserves hydrocarbonées varient comme dans les bulbes et les tubercules; on observe un minimum au printemps, au moment où les réserves sont consommées par une végétation rapide, et un maximum en automne à la fin de la période d'assimilation. Il est à remarquer que pendant l'hiver, alors que la végétation apparente est suspendue, les réserves diminuent, soit parce qu'elles sont consommées par la plante à l'état de vie ralentie, soit parce qu'elles sont converties en substances non transformables en glucose dans les conditions de l'expérience. D'une façon générale la racine renferme plus de réserves que la tige, mais la différence, surtout sensible en automne et en hiver, devient nulle au printemps. La racine renferme le plus de sucre pendant qu'elle végète d'une façon active; c'est à peu près l'inverse pour la tige.

» Une étude semblable faite sur le Coignassier, le Poirier, le Pêcher et le Saule m'a donné des résultats comparables. Dans tous les cas la somme des hydrates de carbone transformables en glucose dans les conditions indiquées passe par un minimum au mois de mai lorsque la végétation est

la plus active, augmente jusqu'au mois d'octobre ou de novembre, passe par un maximum et diminue ensuite jusqu'au mois de mai. Les tiges et les racines des plantes ligneuses se conduisent donc à ce point de vue comme de véritables organes de réserve. »

BOTANIQUE. — *Le* Landolphia Pierrei, *espèce nouvelle du Gabon, considérée comme pouvant fournir du caoutchouc.* Note de M. **Henri Hua**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« L'exacte spécification des lianes productrices de caoutchouc, ou considérées comme telles, préoccupe à juste titre les botanistes et les industriels. Pour notre part, nous nous attachons à préciser aussi exactement que possible, sur les matériaux de l'herbier du Muséum, les identifications faites à ce sujet.

» Au cours de ces recherches nous avons reconnu au Gabon l'existence d'une espèce méconnue, qui, d'après son principal collecteur, le R. P. Klaine, missionnaire à Libreville, contribuerait à donner la caoutchouc du Gabon, concurremment avec les *Landolphia Klainii* Pierre, et *owariensis* P. de B.

» Les auteurs ont confondu à tort avec cette dernière espèce celle qui nous occupe et à laquelle nous donnerons le nom de *Landolphia Pierrei*, la dédiant à M. L. Pierre, dont l'herbier contient la majeure partie des envois du P. Klaine et qui a spécialement étudié les Landolphiées.

» Le *Landolphia Pierrei* se distingue du *L. owariensis* P. de B. par les caractères suivants :

» Feuilles plus grandes, moins régulièrement elliptiques, arrondies et parfois presque sinuées à la base, longuement acuminées au sommet; nervation plus accentuée, moins serrée, les nervures latérales étant réduites au nombre d'une dizaine de part et d'autre de la côte: dimensions moyennes de 10^{cm} à 15^{cm} de long sur 5^{cm} à 6^{cm} de large.

» Inflorescences presque sessiles au-dessus de la dernière paire de feuilles, à éléments serrés, à bractées persistantes, au lieu d'être pédonculées à bractées caduques. Il ne s'agit pas là de la différence bien connue que peuvent présenter les inflorescences de *Landolphia* chez une même espèce suivant le degré d'élongation de leur axe principal; les nombreux échantillons que nous avons eus entre les mains nous montrent la condensation de l'inflorescence comme un caractère habituel, et, d'ailleurs, la persistance des bractées est à remarquer, alors que le *L. owariensis* a toujours les bractées promptement caduques.

» Calice à sépales oblongs, moins serrés et ne présentant pas dans leur ensemble l'aspect subsphérique ou courtement ellipsoïdal caractéristique chez le *L. owariensis*.

» Corolle à tube allongé, fusiforme, dont la partie libre au-dessus du calice, finement pubescente, est deux à trois fois plus longue que les lobes étroits, alors que ceux-ci, plus larges, égalent la portion libre du tube chez le *L. owariensis*.

» Étamines à filets velus à la base, insérés au-dessus du milieu du tube, à anthères émarginées au sommet.

» Ovaire turbiné, glabre inférieurement, poilu sur son toit, qui est plus allongé en cône chez le *L. Pierrei*, plus plat chez le *L. owariensis*.

» Fruit globuleux, légèrement allongé de la base au sommet (6^{cm} de diamètre longitudinal sur 5^{cm} de diamètre transversal) : jaune foncé, noircissant par la dessiccation et prenant une teinte bleuâtre due à la fine couche cireuse blanche qui le revêt. La surface est uniformément lisse, sauf de très fines lenticelles. Le *L. owariensis*, d'après des échantillons très authentiques du Dahomey, dus à M. Le Testu, a des fruits à peu près de même taille, mais dont l'hémisphère apical est côtelé grossièrement. Nous ne saurions affirmer absolument, dans l'état de nos connaissances, si ce caractère est essentiel : il pourrait y avoir des variétés d'une même espèce à fruits lisses ou à fruits bossus.

» Graines, au nombre d'une quinzaine chez les fruits considérés, irrégulières, anguleuses, épaisses. Elles sont plus grosses que celles du *L. owariensis* ayant 15^{mm} à 20^{mm} de longueur, sur 10^{mm} à 12^{mm} de largeur, et 7^{mm} à 9^{mm} d'épaisseur, au lieu de 12^{mm} à 18^{mm} sur 7^{mm} à 9^{mm} et 4^{mm} à 5^{mm}.

» Les parties jeunes sont couvertes de poils assez longs, qui persistent longtemps, au moins sur les pétioles; néanmoins, les rameaux recueillis à l'époque de la fructification en sont ordinairement dépourvus.

» Le *Landolphia Pierrei* a été trouvé aux environs de Libreville, au mont Bouet (R. P. Klaine, n. 286! 454! in *Herb. mus.* Par.; 544! 926! 1357! 1390! 1934 *bis*! 1972! in *Herb.* L. Pierre) et dans la forêt de Sibang (Büttner, n. 497! distribué par le musée de Berlin sous le nom de *L. owariensis* P. de B.).

» La floraison est à son maximum en août; la maturation des fruits se fait en janvier-février.

» Nous n'avons pas à attirer l'attention sur les différences qui séparent notre espèce du *L. Klainii*, avec lequel, faute d'attention suffisante, on pourrait le confondre à l'état stérile. Les énormes fruits de ce dernier, l'allongement des ovaires et des stigmates suffisent, entre autres caractères, à empêcher toute confusion.

» Ces distinctions spécifiques n'intéressent pas seulement les botanistes. Tous ceux qui connaissent l'importance industrielle de la production des caoutchoucs dans nos colonies peuvent y trouver la clef de certaines divergences d'appréciation sur la valeur du produit de telle ou telle espèce. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des matières organiques sur le développement et la structure anatomique de quelques Phanérogames.* Note de M. **Jules Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai montré, dans plusieurs Communications antérieures (¹), que certaines matières organiques, glucose, saccharose, sucre interverti, constituent d'excellents aliments pour les plantes vertes; je puis étendre actuellement ces résultats, non seulement à la glycérine, mais *à l'acide humique qui, absorbé sous forme d'humate de potassium, modifie les échanges gazeux de manière à activer l'assimilation du carbone.*

» Les solutions étendues de ces diverses substances n'exercent guère d'action bien appréciable sur les caractères de la plante, mais il n'en est pas de même pour les solutions concentrées qui agissent à la fois sur la forme extérieure et sur la structure anatomique de toutes les espèces étudiées : Pois, Lentille, Maïs, Blé, Seigle.

» Afin de mettre en évidence, d'une part, les modifications provoquées par la concentration du milieu et, d'autre part, celles qui doivent être attribuées à l'action spécifique exercée par la matière organique, j'ai cultivé *Pisum sativum* sur des solutions contenant par litre, outre les sels minéraux de la liqueur Detmer, des poids de glucose et de glycérine respectivement isotoniques de 10, 15, 20, 25, 30 centièmes du poids moléculaire de AzO^3K, et, comme des expériences préliminaires m'avaient montré une certaine analogie entre les cultures sur glycérine et les résultats obtenus par Lesage avec le sel marin, j'ai employé également, en solutions isotoniques des précédentes, le chlorure de sodium et l'azotate de potassium.

» Je résume ci-dessous les conclusions auxquelles m'ont conduit ces expériences :

» 1° La plante peut s'adapter à des pressions osmotiques beaucoup plus élevées avec les substances organiques étudiées qu'avec les sels minéraux; alors que les liqueurs isotoniques de 0,15 AzO^3K (p. m.) lui sont déjà nuisibles lorsqu'il s'agit de salpêtre ou de sel marin, elle supporte très bien les solutions de glucose et de glycérine isotonique de 0,25 et même 0,30 AzO^3K (p. m.).

» 2° Comme l'avait montré Stange (²), la croissance en longueur se trouve ralentie à mesure qu'on augmente la concentration du milieu; mais

(¹) *Comptes rendus*, 29 novembre 1897, 14 novembre 1898 et 19 novembre 1900

(²) *Bot. Zeitung*, 1892.

on observe en même temps un accroissement de diamètre beaucoup plus apparent avec le chlorure de sodium et surtout la glycérine qu'avec le glucose et l'azotate de potassium.

» 3° Dans les limites de mes expériences, le poids sec des plantules croît constamment avec la concentration des solutions de glycérine; avec le glucose, il passe par un maximum, pour les solutions isotoniques, de 0,20 AzO^3K (p. m.); il est alors deux fois plus élevé que dans la liqueur Detmer seule. Les résultats sont tout différents avec les sels minéraux et même pour des concentrations comprises entre 0,05 et 0,10 AzO^3K (p. m.), le poids sec diminue constamment et d'autant plus que la pression osmotique est plus grande.

» 4° La proportion pour 100 de matière sèche augmente avec la concentration, aussi bien dans les solutions minérales que dans les solutions organiques.

» 5° Pendant la période de germination, la consommation des réserves de la graine est d'autant plus lente que la pression osmotique est plus élevée.

» 6° Van Rysselberghe ([1]) a montré que la cellule réagit aux concentrations élevées en augmentant son pouvoir osmotique normal; cette élévation du pouvoir osmotique se traduit par une augmentation dans la proportion des acides libres et, en général, des substances dissoutes dans le suc cellulaire. L'acidité atteint des valeurs plus élevées dans les cultures sur glucose que dans les cultures sur glycérine.

» 7° Enfin, si les solutions isotoniques de glucose et de glycérine donnent des plantes très comparables par leur mode de développement et par leurs caractères extérieurs, la pression osmotique n'intervient pas seule dans les modifications observées, mais *chaque substance exerce une action spécifique,* de nature très différente selon qu'il s'agit de substances organiques ou de sels minéraux.

» Quant aux différences dans la structure anatomique, elles portent à la fois sur le diamètre des cellules et sur la différenciation des tissus.

» Quelle que soit la substance étudiée, le diamètre des cellules croît avec la pression osmotique du milieu de culture; mais le phénomène est surtout apparent dans les solutions de glycérine où les cellules du parenchyme cortical se rapprochent progressivement de la forme sphérique, aussi bien dans la tige que dans la racine. Si l'on remarque que le nombre

---

([1]) Van Rysselberghe, *Réaction osmotique des cellules végétales à la concentration du milieu*. Bruxelles, 1899.

des assises cellulaires se maintient à peu près constant pour toutes les substances expérimentées, on peut conclure que *les liqueurs concentrées ne modifient pas le mode de cloisonnement des initiales de l'écorce.*

» Les solutions de glucose et de saccharose provoquent, en général, un épaississement des membranes et une lignification plus intense; avec le Pois et la Lentille, les fibres ligneuses sont plus nombreuses dans le bois secondaire; elles ont des parois très épaisses et leur cavité est réduite; il en est de même pour le sclérenchyme libérien de la tige et de la racine. Le glucose n'est pas seulement utilisé pour la croissance en épaisseur des membranes; mais des réserves d'amidon s'accumulent dans la plupart des tissus et on les retrouve même dans les cultures à l'obscurité.

» Ces réserves sont plus abondantes dans les cultures sur glycérine; par contre, la lignification est moins intense et la différenciation plus tardive; il semble ainsi que, chez les Légumineuses tout au moins, la plus grande partie de la glycérine absorbée soit mise en réserve avant d'être utilisée.

» Il n'en est plus de même chez le Maïs, dont la racine et la tige n'accumulent d'amidon que dans leur méristème terminal, et l'utilisation de la glycérine y est immédiate; cette substance favorise l'épaississement des membranes et la lignification, déterminant une sclérose hâtive du péricycle et de tous les éléments conjonctifs qui avoisinent le bois primaire.

» Les substances organiques étudiées déterminent donc chez les végétaux des modifications de structure du même ordre que celles qui ont été observées par Dassonville (¹) en faisant varier l'aliment minéral de la plante. »

GÉOLOGIE. — *Analogie entre les Carpathes et les Alpes.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Dans un travail récent (²) j'ai montré que le front nord de la chaîne des Alpes, à partir de l'Arve vers l'Est, n'était pas formé par un plissement autochtone de l'écorce terrestre, mais par les plis frontaux de grandes nappes de recouvrement venues de l'intérieur de la chaîne.

» D'autre part, M. Suess (³) a montré que les Carpathes débordaient

(¹) Ch. Dassonville, *Action des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux* (*Revue générale de Botanique*, 1898).

(²) Lugeon, *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes, du Chablais et de la Suisse* (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. I, 1901).

(³) Suess, *La face de la Terre*, t. I, p. 236-248.

sur la plate-forme russe et les Sudètes. Dans les deux cas, l'avant-pays s'enfonce sous la région plissée.

» Il y a donc lieu de nous demander si de grands plis couchés superposés, dirigés vers l'extérieur de la chaîne, ont aussi contribué à la marche de la vague carpathique vers le Nord.

» A la suite d'une étude très détaillée et magistrale sur le Haut-Tatra, M. Uhlig (¹) est arrivé, antérieurement il est vrai à l'établissement de notre théorie, à une démonstration inverse de celle que j'ai faite pour les Alpes. L'auteur conclut que les plis du Tatra, au nombre de quatre, sont dirigés *vers l'intérieur de la chaîne*, soit vers le Sud.

» Les deux anticlinaux nord forment la zone subtatrique, dont les terrains présentent des facies différents de ceux de l'anticlinal haut-tatrique et du quatrième pli constituant la haute chaîne cristalline. Le troisième pli contenant deux noyaux de gneiss et granit, M. Uhlig conclut que l'intensité du plissement a été croissante du Nord au Sud. Enfin la haute chaîne semble bordée au Sud par une grande faille qui limite les gneiss, et au delà de laquelle on trouve dans le Flysch des lambeaux épars de terrains semblables à ceux de la zone subtatrique.

» Ces plis, tournés vers le Sud, contrairement à ce que semblent exiger les démonstrations de M. Suess, contrairement à l'allure générale arquée des Carpathes, sont encore en désaccord avec l'ensemble des Alpes.

» Je propose donc aujourd'hui, pour expliquer les chaînes calcaires du Haut-Tatra, une théorie analogue à celle des Alpes.

» Cette nouvelle interprétation se base sur un certain nombre de faits péremptoires.

» L'inclinaison des couches vers le Nord n'est pas une preuve en faveur du plissement vers le Sud, puisque nous connaissions l'existence de plis plongeants. *Or, il est possible de démontrer que les trois anticlinaux de la chaîne calcaire du Tatra sont des têtes anticlinales plongeantes de grands plis couchés vers le Nord.*

» Les charnières frontales, qui devraient se fermer vers le Sud dans l'hypothèse de M. Uhlig, sont *inconnues sur le terrain*, aussi bien dans les régions supérieures que dans les parties profondes des vallées, comme par exemple le long de la Bialka et de la Jorzebica.

» Au contraire toutes les charnières conservées indiquent régulièrement des mouvements vers le Nord; ainsi les plissements au Tomanova-Pass qui laissent voir des charnières anticlinales et synclinales.

(¹) Uhlig, *Die Geologie des Tatragebirges*. Wien, 1897-1899.

» La démonstration péremptoire peut être faite par l'analyse de la coupe que montre le flanc gauche de la haute vallée de la Sucka-Woda, qui coupe la région haut-tatrique.

» Cette région présente un grand noyau anticlinal de gneiss et de granit *reposant sur des calcaires jurassiques visibles dans les pentes, et qui, avec le Permien et le Trias, contournent au Nord complètement le noyau de roches primitives par une charnière anticlinale.*

» Ainsi le petit massif granitique de Goryczkowa, de même que celui de Zamky, forment le noyau anticlinal d'un grand pli venu du Sud et constituant toute la zone haut-tatrique.

» Les petites masses granitiques et triasiques des environs de Malolaczniak doivent être considérées comme de petits *lambeaux de recouvrement.*

» Comme la région haut-tatrique est ainsi une zone sans racine et comme elle s'enfonce sous la bande subtatrique, il s'ensuit que celle-ci forme *les deux replis frontaux, plongeants, d'une deuxième nappe de recouvrement venue aussi du Sud, supérieure à la précédente.*

» Ainsi, grâce aux recherches de M. Uhlig, nous pouvons montrer que le bord nord du Tatra se comporte comme le bord nord des Alpes. Il est formé par des nappes empilées dont la plus lointaine au Nord vient de la région la plus méridionale.

» On sait que M. Uhlig a considéré la grande zone archéenne comme un quatrième anticlinal. Nous pouvons, pour la même raison que celle invoquée, nous demander s'il s'agit d'une nappe inférieure aux précédentes. Cette question ne peut pas être résolue, car la vraie nature de la ligne limite de la grande zone gneissique au Sud n'a pu, malgré les efforts de M. Uhlig, être connue. S'il y a charriage de la zone ancienne, les lambeaux mésozoïques du Sud devraient être considérés comme des débris restés en arrière du front égrené de la nappe subtatrique; s'il y a réellement faille, ces lambeaux nous indiqueraient d'où provient cette nappe puisque les facies sont identiques. »

ÉLECTROBIOLOGIE. — *L'électrolyse des sels métalliques séjournant dans les tissus.* Note de M. **André Poëy**. (Extrait.)

« A la séance du 29 janvier 1855, M. Dumas présentait à l'Académie, en mon nom, une Note ayant trait à l'application de l'Électrochimie à l'extraction des métaux introduits et séjournant dans l'organisme, d'après les expériences faites à New-York, en 1852, en collaboration avec M. Vergnès. On se trouvait ainsi en présence d'une vraie électrolyse humaine, et l'or-

ganisme pouvait être assimilé à une solution électrolytique dans ce conducteur hétérogène, dont la capacité électrique est considérable.

» Ce fait était inexplicable tant que la théorie électrochimique de Grotthuss (1805) subsistait, basée sur la décomposition et la recomposition de proche en proche des molécules électrolysées. Il a fallu arriver au principe du transport des ions, d'après les données que je demande la permission de rappeler à l'appui.

» La première expérience de transport voltaïque au travers des diaphragmes serait due à R. Potter (1816). Elle fut formulée en lois par Wiedemann (1852), puis confirmée par Hittorff (1853-1858) et reprise de nos jours par Kuschel, Bouty, Chassy, Pavlinoff, Labatut, Leduc, Weiss, Hermann, Destot, etc.

» D'autre part, Clausius (1857) ayant assimilé les mouvements des molécules en solution aux mouvements des molécules gazeuses, l'action du courant voltaïque ne serait autre que celle d'imprimer une direction commune aux mouvements irréguliers des ions préalablement dissociés, composant l'électrolyte, ensuite à les transporter à l'anode et à la cathode, suivant les lois de Faraday (1833).

» Enfin, Svante Arrhénius (1887) formule la nouvelle théorie de l'ionisation des solutions chimiques et de la conductibilité des électrolytes, en s'appuyant sur l'analogie trouvée par M. Van t' Hoff entre les lois de la pression des gaz et les lois de la pression osmotique.

» Il résulte donc qu'un courant voltaïque, traversant le circuit humain, produit une *électrolyse interstitielle* sur tout son parcours, accompagnée d'une *action endosmotique* (Dutrochet, 1828-1873), et d'un *transport mécanique* [du Bois-Reymond (1860), Munk (1873)] des ions dissociés, dans le sens du courant, qui se déposent à la cathode, d'après les lois qui régissent l'électrolyse des solutions salines, en rapport avec leurs poids équivalents (Faraday, Bouty, Chassy).

» Mais, dès 1852, nous étions pratiquement arrivés à l'extraction des sels métalliques de l'organisme, à l'aide du dispositif suivant :

» Une baignoire en fonte émaillée, de préférence, est isolée du sol par quatre pieds en verre; elle contient de l'eau chaude étendue d'acide sulfurique pour l'extraction du plomb, et d'acide azotique pour l'extraction du mercure et autres métaux. Sur un banc pourvu d'un dossier, également isolé de la baignoire, le patient s'étend dans toute sa longueur, plongeant dans l'eau jusqu'au cou. Il tient alternativement des deux mains l'électrode positive terminée par un réophore en fer cylindrique et creux, enveloppé d'un linge maintenu humide, les bras reposant sur des supports. L'électrode négative est fixée à une large plaque située aux pieds de la baignoire, *n'ayant aucun contact direct avec le corps du patient*.

» En vertu de ce dispositif, on force le courant positif à traverser librement l'électrolyte humain dans toute la profondeur de ses tissus, lequel va se fermer sur la plaque négative où il dépose sa charge d'ions dissociés ramassés sur son parcours, pendant que les ions d'un plus grand poids coulent au fond de la baignoire.

» On peut, en moyenne, employer de 15 à 24 éléments fournissant

de 8 à 20 milliampères approximativement; car, par le fait de la méthode monopolaire et de l'état pathologique de l'intoxiqué, le potentiel électrique éprouve certaines variations de modalités, en désaccord avec les prévisions théoriques. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Appareil pour déterminer la durée des impressions lumineuses sur la rétine.* Note de M. **Maurice Dupont**, présentée par M. Bouchard.

« Au cours des recherches que j'ai entreprises au laboratoire de M. le Professeur Joffroy, à Sainte-Anne, pour l'étude du *réflexe lumineux* qui joue un rôle si important dans le diagnostic des maladies du cerveau, j'ai été amené à étudier la physiologie normale et pathologique de la rétine au point de vue de la *durée* des impressions lumineuses.

» C'est une notion classique, qu'une excitation lumineuse perçue par les centres nerveux persiste un certain temps, et que cet ébranlement moléculaire offre une *durée,* puis s'amortit, si bien que la cellule peut de nouveau subir une nouvelle excitation vibratoire.

» Les phénomènes optiques auxquels donne lieu cette propriété des cellules nerveuses sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les rappeler ici, mais étant donnée cette particularité physiologique, il est permis de supposer que la *durée* d'une impression lumineuse doit être subordonnée à l'état d'intégrité des centres nerveux et que le *temps* peut varier en plus ou en moins suivant l'état pathologique de la cellule, si bien que des variations dans la durée d'une impression lumineuse d'une intensité donnée peuvent être interprétées comme un *signe* nouveau et rapporté à des lésions déterminées.

» La physiologie pathologique de la rétine n'ayant pas été étudiée à ce point de vue, j'ai été conduit à établir un *appareil* et une *technique* que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie pour déterminer : 1° la durée normale des impressions lumineuses sur la rétine; 2° pour rechercher les variations pathologiques qui peuvent se produire.

» Au lieu d'employer les procédés chronométriques sujets à variations, il m'a paru plus intéressant d'utiliser un agent physique, le *diapason,* pour calculer le *temps* d'une façon constante. Ce diapason remplaçant le chronomètre, des curseurs constituent le régulateur, et une graduation sur les branches indique le nombre de vibrations par rapport à la place occupée par les curseurs.

» Afin d'obtenir un nombre de vibrations excessivement faible sans exagérer la longueur des branches, j'ai augmenté progressivement la *charge* jusqu'au poids de 11^{kg}.

» 1° L'appareil se compose d'un diapason dont l'une des branches porte un écran. En arrière de l'écran se trouve une lampe électrique enfermée dans une lanterne percée d'un orifice; en avant de l'écran, un microscope pour observer le point lumineux.

» L'écran porte sur le côté un petit *prisme* coloré qui, au repos, masque le foyer. Le diapason est mis en activité par un électro-aimant. Il est gradué en deux octaves; la note la plus basse correspond à quatre vibrations, soit :

ut = 4	*sol* = 6	*ut* = 8	*sol* = 12
ré = 4,5	*la* = 6,65	*ré* = 9	*la* = 13,3
mi = 5	*si* = 7,5	*mi* = 10	*si* = 15
fa = 5,33		*fa* = 10,65	*ut* = 15

» En plaçant les deux curseurs au niveau de chaque graduation, on obtiendra le nombre indiqué de vibrations.

» Au repos l'œil aperçoit une image colorée réfractée dans le prisme; le diapason vient-il à vibrer, le prisme se déplace et démasque le foyer d'où émane une image directe non colorée. Admettons que le nombre de vibrations soit de 4, soit $\frac{1}{4}$ de seconde. Pendant la moitié de la vibration le foyer sera découvert; pendant l'autre moitié, caché. L'image directe sera aperçue pendant $\frac{1}{8}$ de seconde et l'image réfractée pendant $\frac{1}{8}$ de seconde. De plus une vibration *verticale* se produit à l'extrémité de la course. Si l'excitation de la rétine persiste un temps inférieur à $\frac{1}{8}$ de seconde il va se produire que l'image réfractée, qui est aperçue encore lorsque l'image directe apparaît, va *sauter* verticalement puis disparaître pendant le temps où l'image directe est vue. On voit ainsi les images *jongler*, et, si le mouvement se ralentit, une disparaît et l'autre reparaît : le temps qui s'écoule entre le passage de chaque image est donc supérieur au temps pendant lequel chaque image persiste sur la rétine. Mettons les curseurs sur *sol* = 12.

» L'œil aperçoit deux images simultanées et fixes, il n'y a plus de *sautillement* : lorsque la seconde image apparaît réfractée sur le prisme, la première, directe, n'a pas eu le temps de disparaître sur la rétine, qui les perçoit en même temps; les images ne *jonglent* plus; donc le temps qui s'écoule entre chaque vibration est inférieur au temps pendant lequel une impression persiste sur la rétine.

» 2° L'observation peut être faite avec l'écran seul, qui détermine des variations du côté du foyer moins faciles à apprécier que les variations obtenues avec le prisme. De même en employant l'orifice au centre de l'écran qui doit être placé dans l'axe rayon du visuel.

» 3° Un autre procédé consiste à placer sur le côté de l'écran un *contact* d'où jaillit une étincelle d'induction à chaque oscillation de l'écran. Tant que l'étincelle paraît intermittente, les curseurs indiquent que le temps écoulé entre chaque vibration est supérieur à celui de l'impression lumineuse sur la rétine. Lorsque l'étincelle paraît continue, le temps de l'impression rétinienne égale celui de la vibration. Ici il faut noter le temps d'une vibration entière, puisque l'étincelle n'apparaît qu'à chaque retour de l'écran.

» 4° La même recherche peut être faite avec les couleurs *complémentaires* disposées sur le foyer et sur l'écran.

» Enfin la projection de l'image peut être faite sur un écran avec un foyer suffisant.

» La graduation de ce diapason ([1]), non exempte de difficultés, a été réalisée d'une façon absolument exacte par la méthode de Lissajous au moyen d'un *comparateur* spécial. Vu le chiffre des vibrations obtenu, je ne sache pas qu'il ait été encore construit de diapason donnant un nombre aussi faible de vibrations.

» *En résumé*, j'ai entrepris, au moyen de cet appareil nouveau, une série de recherches afin de déterminer les variations normales et pathologiques que peut présenter la durée de la persistance des images sur la rétine pour les rapporter à des lésions déterminées en passant en revue successivement les rayons colorés du spectre, pour attacher à chacun d'eux un coefficient particulier. Le même procédé permet de calculer le temps minimum nécessaire pour qu'une impression lumineuse soit perçue. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Production du sommeil et de l'anesthésie générale par les courants électriques*. Note de M. **Stéphane Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 21 juillet 1902), nous avons indiqué comment, avec 10 à 30 volts, et des courants interrompus 150 à 200 fois par seconde, on pouvait réaliser, chez les animaux, l'inhibition des hémisphères cérébraux, et produire le sommeil et l'anesthésie générale. Le procédé avait l'inconvénient d'occasionner, pour la mise en sommeil, des contractures ou des convulsions cloniques élevant la pression sanguine, provoquant l'évacuation de la vessie et de l'intestin, et causant un arrêt momentané de la respiration.

» Ces inconvénients sont atténués par l'emploi, dans le circuit, d'un rhéostat sans self-induction, permettant, par une augmentation graduelle, d'atteindre en 3 à 5 minutes l'intensité nécessaire. Cette méthode exige la mise préalable dans le circuit d'une force électromotrice au moins égale à la force maxima à atteindre, alors que les résultats sont d'autant plus parfaits que la force électromotrice employée est moindre.

» En employant un réducteur de potentiel sans self-induction, de façon à élever régulièrement, dans 3 à 5 minutes, la force électromotrice au chiffre nécessaire, les animaux passent doucement, progressivement, sans un mouvement de défense ou de fuite, sans un cri, sans changement dans les mouvements de la respiration et du cœur, de l'état de veille à l'état de sommeil tranquille, régulier, et d'anesthésie générale absolue. Le chien fléchit d'abord la tête comme assoupi, s'assied, se couche sur le flanc,

([1]) Cet appareil a été construit, sur mes indications, par M. Lancelot.

s'endort d'un sommeil en apparence reposant, sans avoir donné le moindre signe de protestation ou de douleur. »

PHYSIQUE. — *Reproduction en nombre illimité des phonogrammes en cire, pour musées phonographiques, par le moulage galvanoplastique. Procédé par fusion et procédé par compression et chaleur combinées.* Note de M. **L. Azoulay**, présentée par M. Marey.

« Les musées phonographiques, tels que ceux de l'Académie des Sciences de Vienne et celui de la Société d'anthropologie de Paris fondé sur mon initiative, ne peuvent exister et se multiplier que si les documents originaux restent indélébiles. Par le procédé mécanique du doublage par une sorte de pantographe, le phonogramme original est tellement altéré par les copies successives qu'il n'est plus utilisable au bout de quelques centaines de copies. Dans les deux procédés que je vais décrire sommairement, le phonogramme original demeure intact; le moulage métallique que l'on en fait et les copies tirées ne l'altèrent que fort à la longue.

» Le phonogramme original (dans l'espèce, un cylindre) est moulé en cuivre rouge par la galvanoplastie. Débarrassé par fusion du cylindre enregistré qui l'a fourni, nettoyé et nickelé le cas échéant, le moule métallique, dont l'épaisseur doit atteindre 2^{mm} à 3^{mm}, est la base des opérations des deux procédés.

» Dans le procédé *par fusion*, le moule métallique est centré sur un noyau ou mandrin tronconique reposant sur sa grande base; mis à l'étuve simultanément avec la cire qui doit y être versée, laissé là jusqu'à la température de fusion de cette cire, environ 120°. Alors on y verse la matière en fusion très également et l'on juge, par la consistance croissante de la cire, du moment où il faut enlever le mandrin, car si on l'enlève pendant que la cire est encore assez malléable, le mandrin ne sort plus, retenu par la puissance de rétraction de la matière. On essuie le mandrin et on le remet, cette fois-ci, le petit bout en bas. On enferme le tout dans une enveloppe mauvaise conductrice de la chaleur et à condition d'enfoncer de temps en temps le mandrin dans le cylindre de cire, on retire après refroidissement, et le mandrin enlevé au préalable, un cylindre bien calibré reproduisant fidèlement le texte original. Il suffit de le polir sur le phonographe à l'aide d'une peau de chamois pour qu'il soit prêt à être entendu.

» *Second procédé par compression et chaleur combinées.* — Le moule métallique reçoit à l'intérieur, à basse température, un cylindre de cire, parfaitement raboté, vierge, un peu plus court et plus étroit que le moule (à cause de l'allongement de la cire sous la chaleur). On introduit ensuite, dans le cylindre de cire, un sac de caoutchouc dévulcanisé, tronconique ou cylindrique, muni d'une valve et l'on serre le tout dans un étui de forte tôle d'acier. On introduit l'appareil dans une étuve réglée inva-

riablement sur une température de 5° environ inférieure à celle du début de la désintégration de la cire (le début est à environ la moitié de la température de fusion de la cire, d'après mon expérience). On attend l'équilibre certain de la température et, à l'aide d'une pompe munie d'un manomètre, on comprime dans le sac de l'air chauffé (plutôt que froid) à une pression de 8^{atm} et au delà (en raison de l'épaisseur du moule). (La pression pourrait être mécanique ou hydraulique avec avantage, pour les disques surtout.) On attend 1 heure ou plus, et d'autant moins que la pression a été plus forte. L'appareil maintenu toujours à la même température, on ouvre la valve, on sort de l'étui le moule et le cylindre y adhérant; on y introduit, pour maintenir la cylindricité, un mandrin chauffé dans la même étuve, et on les enferme dans une enveloppe mauvaise conductrice de la chaleur jusqu'à refroidissement complet. On opère ensuite exactement comme dans le premier procédé.

» Ces deux techniques sont applicables aux phonogrammes sur disques. La *Commission des Archives phonographiques* de l'Académie des Sciences de Vienne a publié intégralement, en juillet dernier, le procédé par fusion qu'elle emploie pour ses disques. Je publie aujourd'hui le procédé pour les cylindres, car les manipulations sont de difficulté différente. Le procédé par compression et chaleur combinées est le plus facile et le plus sûr quand on dispose d'un matériel. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Production de couleurs fixes sur tous genres de cuirs, par l'emploi de sels de molybdène combinés à des matières tannantes ou à des couleurs mordantes végétales.* Note de M. EMM. POZZI-ESCOT. (Extrait.)

« *En résumé :* L'emploi des sels de molybdène permet un nouveau procédé de tannage, identique au procédé Draeher; la laque molybdène-tannin *est soluble* et possède une très grande affinité pour le cuir et les fibres animales; elle possède par elle-même une couleur jaune foncé très agréable, que l'on peut nuancer par l'addition d'extraits de bois de teinture, avec lesquels ces molybdates donnent aussi une laque, ce qui permet d'obtenir une très grande variété de tons. »

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 NOVEMBRE 1902,

PRÉSIDÉE PAR M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Vitesse de la lumière; parallaxe solaire.* Note de M. **Perrotin.**

« L'an dernier, à pareille date, à l'occasion d'une Note traitant d'un tout autre sujet, j'avais l'honneur d'informer l'Académie que l'Observatoire de Nice était à la veille d'entreprendre une nouvelle série de mesures de la vitesse de la lumière, par la méthode de la roue dentée de Fizeau, et que les stations choisies étaient la grande coupole de l'Observatoire et le mont Vinaigre, dans l'Estérel, à 46^{km} l'une de l'autre, distance qui n'avait pas été atteinte jusqu'à ce jour.

» Les opérations que j'annonçais alors sont aujourd'hui terminées, et c'est le résultat auquel elles conduisent qui se trouve consigné dans la présente Note.

» Les mesures n'ont pas duré moins d'une année et non moins longues avaient été les études préliminaires auxquelles elles avaient donné lieu.

» Celles qui furent faites auparavant, à 12^{km}, et dont les *Comptes rendus* de la séance du 5 novembre 1900 donnent les conclusions, ne nous avaient donné que de vagues indications sur les difficultés instrumentales ou atmosphériques, de réfraction notamment, que l'on rencontre avec une distance qui est presque quatre fois celle-là et une image fournie par un faisceau de rayons lumineux qui, tout en restant à une faible hauteur au-dessus du sol, traverse une couche d'air dont l'épaisseur, en comptant l'aller et le retour, est, en somme, de 92^{km}. Après bien des tâtonnements, des déceptions de toute nature, nous sommes parvenu à surmonter la plupart des obstacles qui nous avaient longtemps tenu en échec, en mettant

à contribution les instruments les plus puissants de l'Observatoire : l'objectif de $0^m,76$ de diamètre comme lunette d'émission, et celui de $0^m,38$ comme collimateur (1).

» Cette heureuse circonstance nous permet de soumettre aujourd'hui à l'Académie le Tableau résumé de 1100 mesures qui, obtenues dans des conditions très variées de l'état de l'atmosphère et du fonctionnement des appareils, se trouvent peu affectées, dans leur moyenne définitive, par les causes d'erreurs systématiques.

» Les mesures, qui ont porté sur dix-sept ordres différents de phénomènes, sont résumées dans le Tableau ci-après :

Ordres.	Vitesse dans le vide en milliers de kilomètres.	Nombre d'observations.	Poids.
XVI........	300,52	30	288
XVII.......	299,72	35	381
XVIII......	299,60	32	392
XIX........	300,31	39	534
XX........	300,13	76	1156
XXI........	299,55	66	1109
XXII.......	299,88	41	758
XXIII......	299,58	75	1519
XXIV......	299,86	86	1900
XXV.......	300,03	141	3385
XXVI......	299,89	80	2081
XXVII.....	300,24	49	1376
XXVIII.....	299,72	48	1452
XXIX......	300,38	36	1170
XXX.......	300,52	52	1810
XXXI......	299,73	76	2828
XXXII......	299,50	147	5834
	Total..........	1109 obs.	

» On en déduit, par la moyenne pondérée, pour la vitesse exprimée en milliers de kilomètres et dans le vide,

$$299,86 \pm 0,08.$$

(1) Ce qui nous donnait une supériorité évidente sur les expériences de 1874 (M. Cornu).

» Ce nombre diffère peu de celui que nous avions obtenu par 1500 mesures avec la station de la Gaude :

$$299,90 \pm 0,08.$$

» Cette étude, qui n'a pas exigé moins de trois années d'un travail très attachant, sans doute, mais aussi parfois très pénible, et qui n'a pas été exempte de mécomptes, n'aurait pas abouti sans les précieux conseils de M. Cornu, l'éminent physicien dont la Science déplore la perte et dont la mémoire est particulièrement chère aux astronomes de Nice, ses encouragements répétés, et sans l'appui bienveillant qu'il est superflu de dire que l'on trouve toujours auprès du fondateur de notre observatoire en pareille circonstance (¹).

» En résumé, l'ensemble des opérations précédentes conduit, pour la valeur de la vitesse de la lumière, au nombre

$$299,88,$$

dont l'incertitude ne dépasse pas 50^{km}.

» Il nous a paru opportun de rapprocher ce résultat de celui que les observations de la planète Éros viennent de nous fournir pour la valeur de la parallaxe solaire.

» Le nombre

$$8'',805\,(^2) \pm 0'',011$$

auquel nous conduit la résolution de quarante équations de condition, basées sur quarante soirées de mesures faites avant et après le passage de la planète au méridien, combiné avec celui qui précède, donne, par une

(¹) M. Prim a fait lui-même un certain nombre de mesures, en partie réduites, qui l'ont conduit au nombre provisoire

$$299,92;$$

d'autre part, sur les données fournies par le général Bassot, M. Simonin, assisté de M. Colomas, a, par deux fois, rattaché l'observatoire au réseau géodésique de la Carte de France, et M. Javelle nous a, comme toujours, assisté avec un dévouement et un désintéressement scientifiques que nous ne saurions trop reconnaître.

(²) Ce nombre est fourni par la méthode des moindres carrés; en donnant le même poids à chaque soirée, on aurait

$$8'',789,$$

lequel est également possible.

relation bien connue, pour la valeur du coefficient de l'aberration annuelle :

$$20'',465.$$

» C'est le nombre adopté par la Conférence astronomique internationale de 1896 sur la proposition de MM. Lœwy et Newcomb.

» Cette vérification, qui intéresse trois constantes fondamentales de l'Astronomie ou de la Physique et sur lesquelles deux ont été déterminées à nouveau par l'Observatoire de Nice, était utile à faire.

» C'est, peut-être, en somme, la confirmation pure et simple de résultats récemment acquis, tout au moins en ce qui concerne la parallaxe solaire; mais, dans l'espèce, les preuves ne sauraient être ni trop nombreuses ni trop indépendantes; celle que nous apportons aujourd'hui repose sur une opération qui a été longue, laborieuse, souvent pénible, toujours difficile, il faut le reconnaître; mais exécutée sans idée préconçue, avec le désir de très bien faire, à une très grande distance et à l'aide d'instruments d'une puissance optique considérable et dont nous avons eu la rare bonne fortune de pouvoir disposer.

» Cette double circonstance justifiera peut-être, à elle seule, la publication actuelle. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'origine et la dispersion géographique du* Lagomys corsicanus. Note de M. **Ch. Depéret.**

« La petite famille des *Lagomydés* ou lièvres à oreilles courtes comprend, à l'époque actuelle, une quinzaine d'espèces qui habitent les steppes de l'Asie et de l'Amérique du Nord; l'une d'elles, le *Lagomys pusillus,* étend son habitat jusqu'à la Russie orientale.

» Pour bien comprendre l'histoire de ce groupe, il convient de le subdiviser en deux petits genres : 1° les vrais *Lagomys* Cuvier, caractérisés par leurs deux prémolaires d'en haut de forme transverse, avec un simple pli d'émail en avant, et par leur première prémolaire d'en bas allongée et relativement étroite; 2° les *Prolagus* Pomel ou *Myolagus* Hensel, dont les deux prémolaires d'en haut sont en prisme triangulaire avec un double repli d'émail en dehors, et dont la première prémolaire inférieure est également triangulaire, très forte, et détermine une gibbosité sur la face externe de la mandibule.

» Le genre *Lagomys* est un *groupe essentiellement septentrional,* qui ren-

ferme toutes les espèces actuelles de l'Ancien et du Nouveau Monde; à l'époque quaternaire, l'une d'elles, le *L. pusillus*, poussait son habitat jusqu'en Allemagne, dans le bassin de Paris et en Angleterre.

» Le genre *Prolagus* ou *Myolagus* est, au contraire, un *groupe méridional ou méditerranéen*, qui possède des racines anciennes dans le Tertiaire de nos contrées. A l'époque miocène, le *P. Meyeri* Tschudi était répandu depuis la Bavière (Günsburg) et le Wurtemberg (Steinheim) jusqu'aux Pyrénées (Sansan), en passant par la Suisse (Œningen, Vermes) et la vallée du Rhône (La Grive-Saint-Allan, Mont-Ceindre). Il est intéressant de remarquer que cette zone d'habitat suit assez exactement le bord septentrional de l'ancienne Méditerranée miocène, dont un bras important contournait au nord la chaîne des Alpes.

» Le *Lagomys corsicanus* de Cuvier appartient au même groupe. Signalé tout d'abord par Cuvier dans les brèches osseuses quaternaires de Bastia [1], il a été ensuite retrouvé dans le quaternaire de Sardaigne par Hensel qui lui a donné le nom de *Lagomys sardus*. La présence exclusive de ce petit rongeur dans ces deux îles de la Méditerranée occidentale constituait une véritable énigme au point de vue de son origine. Ce problème zoologique me semble pouvoir maintenant être éclairci par les faits suivants :

» Dans mon Mémoire sur les *Animaux pliocènes du Roussillon*, j'ai décrit dans le Pliocène moyen de ce pays un Lagomydé tellement voisin du type de Corse, que j'ai dû l'inscrire sous le même nom de *Prolagus corsicanus*, malgré la différence assez grande de niveau géologique. Ce fait laissait pressentir déjà l'origine continentale du *Lagomys* de Corse et de Sardaigne.

» Cette hypothèse vient de recevoir une confirmation décisive, grâce à une découverte faite par M. l'abbé Almera. Ce savant confrère vient de m'envoyer une série d'ossements enfouis dans une brèche rougeâtre qui remplit une petite grotte à Gracia, aux portes de Barcelone. J'ai reconnu, dans ces débris, de nombreux ossements et des mâchoires du *L. corsicanus* parfaitement typique, associé au *Rhinoceros Mercki*, à une petite race de Cerf élaphe, et à des Tortues de terre assez spéciales. Cette faune se rapporte, sans hésitation, à l'époque du Quaternaire ancien.

---

(1) J'ai même signalé récemment, d'après les documents que m'ont envoyés MM. Caziot et Ferton, l'existence d'une traînée de *poches à Lagomys* dans le sud de l'île de Corse, aux environs de Bonifacio.

» La découverte de M. Almera ne restera sans doute pas isolée et l'on retrouvera le *Lagomys* de Corse sur d'autres points du littoral méditerranéen; mais il est dès maintenant facile de suivre l'émigration géologique de ce rongeur depuis le Pliocène de Perpignan, en passant par le Quaternaire ancien de Barcelone, jusqu'au Quaternaire récent de Corse et de Sardaigne.

» Quant à l'époque à laquelle il a pu passer dans ces îles, je dois renvoyer à mon travail sur *Quelques Mammifères pléistocènes de l'île de Corse* où j'ai essayé d'établir, par des arguments à la fois géologiques et paléontologiques, que cette île, unie à une partie de la Sardaigne, formait, jusqu'à la fin des temps pliocènes, une longue péninsule, sorte d'Italie en miniature, rattachée au continent provençal des Maures. C'est par cette voie qu'a pu passer en Corse un Cerf que j'ai nommé *Cervus Cazioti,* qui diffère entièrement du Cerf actuel de Corse et dont j'ai montré les affinités avec les espèces du Pliocène supérieur d'Angleterre et d'Italie.

» C'est ce même pont qu'a emprunté le *Lagomys corsicanus* pour prendre possession de ces contrées, aujourd'hui insulaires, où son aire de dispersion a été *dissociée*, grâce à des effondrements survenus sur la fin du Pliocène ou au début du Quaternaire. Il est curieux de noter que ce rongeur semble, dans l'état de nos connaissances, s'être éteint dans le continent après la première partie des temps quaternaires, tandis qu'il a pu se maintenir dans les îles jusqu'à une époque assez récente, contemporaine de l'homme néolithique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Cailletet est adjoint à la Commission de l'Aéronautique.

M. L. Fraichet adresse un Mémoire portant pour titre : « Méthode d'essai des métaux, basée sur la variation de la réluctance d'un barreau de traction ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Sarrau, Potier.)

M. Guerder adresse un Mémoire intitulé : « Etude clinique sur une antitoxine tuberculeuse. Résultats thérapeutiques dans les tuberculoses localisées ».

(Renvoi à l'examen de M. Roux.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *V. Bjerknes*, de Stockholm, portant pour titre : « Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte ». (Présenté par M. H. Poincaré.)

2° La deuxième livraison du « Répertoire graphique des repères du nouveau réseau fondamental du Nivellement général de la France », adressée par M. *Ch. Lallemand*.

3° Les premiers numéros du « Bulletin mensuel de l'Observatoire de Belgrade », adressés par M. *Milan Nedelkovitch*, directeur de l'Observatoire. (Présenté par M. Mascart.)

4° Un Volume intitulé : « La faune momifiée de l'ancienne Égypte, 1re série » ; par MM. *Lortet* et *C. Gaillard*. (Présenté par M. Chauveau.)

M. **Lœwy** fait hommage à l'Académie au nom de M. **Cruls**, Directeur de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro, d'un Rapport sur les travaux accomplis en 1901 par la Commission brésilienne chargée, sous la direction de M. Cruls, de procéder à l'exploration des sources principales du Javary et à la détermination des coordonnées géographiques de divers points de cette région située aux limites communes du Brésil, du Pérou et de la Bolivie.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$*), pendant le troisième trimestre de* 1902. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons, pendant ce trimestre [1], 79 jours d'observation, dont les principaux résultats sont les suivants :

» *Taches*. — Le nombre des groupes de taches, de même que leur surface moyenne totale, a augmenté : on a noté 11 groupes mesurant ensemble une aire de 321 millionièmes, contre 6 groupes et 112 millionièmes dans le trimestre précédent (voir présent Tome des *Comptes rendus*, p. 674).

---

(1) Les observations de la deuxième quinzaine de septembre, au nombre de 11, ont été faites par M. Luizet.

» La répartition de ces groupes entre les deux hémisphères est de 3 au sud au lieu de 1, et de 8 au nord au lieu de 5.

» Le nombre des jours où le Soleil a été vu sans taches est de 62, d'où il résulte un nombre proportionnel de 0,78, sensiblement le même que celui du trimestre précédent (0,79).

» *Régions d'activite.* — Le nombre des groupes de facules a continué à augmenter : on a eu 148 groupes au lieu de 90; mais leur surface totale (27,0 millièmes) est un peu moindre que dans le deuxième trimestre (29,0). On en compte d'ailleurs dans l'hémisphère sud 57 au lieu de 49, et 91 au lieu de 41 dans l'hémisphère nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1902. — 0,93			
4	1	1,7		+23	4
7	1	6,6	−30		5
7	1	6,7		+28	3
	27 j.		−30°,0	+25°,5	
		Août 1902. — 0,74			
7-8	2	4,6	−32		4
15	1	20,3		+25	2
17-18	2	21,3		+21,5	6
24	1	23,0		+17,5	5
		Août 1902. — 0,74 (suite)			
29	1	23,5		+23,5	6
	27 j.		−32°,0	+21°,9	
		Septembre 1902. — 0,68			
18-22	4	19,9		+22	32
22-1er	6	27,9	−22		189
22-23	2	28,0		+19	65
	25 j.		−22°,0	+20°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1902.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Juillet.....	»	»	1	»	»	1	2	»	»	2	»	»	3	12
Août......	»	1	»	»	»	1	4	»	1	3	»	»	5	23
Septembre.	»	»	1	»	»	1	2	»	1	1	»	»	3	286
Totaux..	»	1	2	»	»	3	8	»	2	6	»	»	11	321

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1902.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Juillet.....	8	1	8	2	2	21	30	1	5	5	4	15	51	8,4
Août......	4	4	7	3	2	20	36	4	2	7	3	20	56	9,8
Septembre.	2	3	4	4	3	16	25	3	2	4	4	12	41	8,8
Totaux...	14	8	19	9	7	57	91	8	9	16	11	47	148	27,0

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions monodromes à point singulier essentiel isolé*. Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« On peut toujours, grâce à un changement de variables, faire en sorte que ce point critique soit ∞.

» Soit donc $F(z)$ une fonction monodrome dans une région R comprenant tous les points du plan des z à l'extérieur d'une courbe fermée Γ contenant l'origine ([1]). On a dans R, d'après la série de Laurent,

$$F(z) = \varphi\left(\frac{1}{z}\right) + \varphi_0(z),$$

$\varphi\left(\frac{1}{z}\right)$ restant fini dans R, ainsi que ses dérivées et tendant même vers o, avec $\frac{1}{z}$, $\varphi_0(z)$ étant une fonction entière.

» Il est naturel de classer la croissance de $F(z)$ comme celle de $\varphi_0(z)$. F et φ seront en même temps d'ordre fini ou infini pour $z = \infty$. Nous dirons que $F(z)$ est *une fonction quasi-entière dans* R *pour* $z = \infty$.

» On obtient alors, en appliquant à $F(z)$ des raisonnements semblables à ceux de la théorie des fonctions entières, les résultats suivants :

» I. On a dans R

$$F(z) = \varphi\left(\frac{1}{z}\right) + \varphi_0(z) = \frac{1}{z^k} Q(z) e^{\psi(z)}$$

où k est un entier nul ou positif, $Q(z)$ une fonction entière, $\psi(z)$ une fonction monodrome et finie dans R.

» F, φ_0, Q sont simultanément d'ordre fini ou infini.

» II. La condition nécessaire et suffisante pour que la croissance de $F(z)$, supposé d'ordre fini pour $z = \infty$, soit régulière, pour $z = \infty$, est que la distribution de ses zéros soit régulière aux environs de ce point ; il en est alors de même pour $\varphi_0(z)$.

» III. Supposons que $F(z)$ soit réelle, d'ordre < 2 pour $z = \infty$, et n'ait dans R qu'un nombre limité de racines imaginaires.

» Si $F(z)$ a une infinité de racines réelles, il en est de même de sa dérivée, et, dès que (z) dépasse une limite déterminée, entre deux racines

([1]) On peut également le supposer grâce à un changement de variables.

de $F(z)$ il y a une et une seule racine réelle de $F'(z)$: de plus $F'(z)$ n'a qu'un nombre limité de racines imaginaires.

» Si la fonction $F(z)$ n'a qu'un nombre limité de racines, la dérivée a un nombre limité de racines.

» IV. Si F est d'ordre ρ et donné, parmi toutes les fonctions $F\varphi - \varphi_1$ où φ et φ_1 sont des fonctions quelconques de même nature mais d'ordre $< \rho$, il y en a une au plus d'ordre réel inférieur à ρ.

» Parmi les équations $F - \frac{\varphi_1}{\varphi} = 0$ il y en a une au plus telle que l'exposant de convergence de la suite de ses racines soit inférieur à ρ.

» V. Si F est donné et tel que

$$F < e^{e^{r^m}}$$

(m constante) pour $r = |z|$, et si $\varphi, \varphi_1, \psi, \psi_1$ sont des fonctions d'ordre fini dans R telles que

$$\varphi\psi_1 - \psi\varphi_1 \neq 0,$$

les deux fonctions $\varphi F - \varphi_1$, $\psi F - \psi_1$ ne peuvent être toutes deux d'ordre réel fini que si F est d'ordre fini.

» Parmi les équations $F = \frac{\varphi_1}{\varphi}$, où F est donné et d'ordre infini, il y en a au plus une telle que la suite de ses racines ait un exposant de convergence fini.

» On retrouve ainsi, dans les deux cas particuliers que l'on peut considérer comme les plus importants, un théorème remarquable de M. Picard [1], sur les racines d'une fonction monodrome aux environs d'un point essentiel.

» VI. Une fonction quasi-méromorphe Φ dans R pour $z = \infty$ (c'est-à-dire qui n'y a que des zéros et des pôles en dehors de ∞) est le quotient de deux fonctions quasi-entières dans R pour $z = \infty$.

» L'ordre de Φ sera le plus grand des ordres de ces deux fonctions.

» VII. Parmi toutes les fonctions $\Phi - \varphi$ d'ordre fini ρ, φ étant une quelconque des fonctions analogues à Φ, mais d'ordre $<$ l'ordre ρ de Φ, il y en a une au plus d'ordres réels tous inférieurs à ceux de Φ, deux au plus telles que les exposants de convergence des suites des modules de leurs racines soient inférieurs à ρ [2].

---

(1) *Traité d'Analyse*, t. III, p. 346.

(2) Comp., pour tout ce qui précède, Borel, *Leçons sur les fonctions entières* (Paris, 1900) et *Annales de l'École Normale*, 1901, p. 211, et notre Communication du 17 février 1902.

» En résumé, beaucoup des propriétés des fonctions entières et quasi-entières s'étendent, souvent avec des démonstrations semblables, aux fonctions monodromes à point singulier essentiel, aux environs de ce point, principalement les propriétés asymptotiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la notion de périodicité.* Note de M. **E. Esclangon**, présentée par M. Painlevé.

« On rencontre dans un certain nombre de problèmes des fonctions qui peuvent se mettre sous la forme de fonctions de fonctions périodiques de périodes différentes. Il est possible de faire parmi ces fonctions une classification spéciale, en montrant qu'elles appartiennent à une classe plus générale de fonctions, dont les propriétés tiennent à une extension nouvelle de la notion de périodicité. Ces fonctions peuvent se rencontrer dans des problèmes divers où se mêlent en quelque sorte des éléments périodiques différents et semblent y jouer un rôle important. Je me bornerai dans cette Note au seul cas des fonctions de variables réelles; et je me servirai de quelques propriétés très simples et faciles à établir.

» Soit $F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ une fonction continue des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$. On dit que les nombres réels $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ sont les éléments d'une période ϖ si l'on a identiquement

$$F(x_1 + \alpha_1, x_2 + \alpha_2, \ldots, x_n + \alpha_n) = F(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

le nombre $\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \ldots + \alpha_n^2}$ est le module de la période considérée.

» La fonction $F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ est dite linéairement *irréductible* si, par toute substitution linéaire sur $x_1, x_2, \ldots, x_n$ il est impossible de la ramener à une fonction d'un nombre moindre de variables; si elle est réductible, on peut la ramener à une fonction $\Phi(y_1, y_2, \ldots, y_p)$ $(p < n)$, fonction irréductible de $y_1, y_2, \ldots, y_p$.

» Une fonction irréductible ne peut admettre des périodes dont le module soit inférieur à tout nombre donné. L'ensemble des périodes est dans ce cas un ensemble *dénombrable*. On peut choisir p périodes $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_p$, de telle façon que toute période ω soit une somme géométrique de la forme $m(\omega_1) + m(\omega_2) + \ldots + m(\omega_p)$, $m_1, m_2, \ldots, m_p$ étant des nombres rationnels et même des entiers positifs ou négatifs. Le nombre p, toujours inférieur ou au plus égal à n, est l'*ordre périodique* de la fonction F.

» Si la fonction F est réductible, l'ordre périodique est celui des fonctions irréductibles qu'on déduit de F par des substitutions linéaires conve-

nables. L'ordre périodique reste inaltéré par toute substitution linéaire à déterminant différent de o.

» Soient maintenant $a_1, a_2, \ldots, a_n$, n nombres réels non nuls que j'appellerai *des périodes;* les périodes seront dites *indépendantes* s'il n'existe aucune relation de la forme

$$\frac{\lambda_1}{a_1}+\frac{\lambda_2}{a_2}+\ldots+\frac{\lambda_n}{a_n}=0,$$

dans laquelle $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ désignent des coefficients rationnels positifs ou négatifs.

» Si $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont des périodes indépendantes, je dirai que la période a appartient au *corps* de ces périodes, quand elle est dépendante avec $a_1, a_2, \ldots, a_n$. L'ensemble des périodes a définit un *corps périodique d'ordre n*.

» Si $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont des périodes dépendantes, on peut toujours les considérer comme des éléments d'un corps d'ordre $p < n$.

» Soient $a_1, a_2, \ldots, a_n$, n périodes indépendantes ou non, je dirai que $x_1, x_2, \ldots, x_n$ définissent un élément du *champ absolu* des périodes, s'il existe un nombre x et des entiers $m_1, m_2, \ldots, m_n$ vérifiant

$$x+m_1a_1=x_1, \qquad x+m_2a_2=x_2, \qquad \ldots, \qquad x+m_na_n=x_n.$$

» Le champ absolu est un ensemble d'éléments dont les éléments limites constituent le *champ total*, et j'établis le théorème suivant : *Si les périodes $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont indépendantes, le champ total se compose de tous les points* de l'espace à n dimensions; en d'autres termes, $x_1, x_2, \ldots, x_n$ étant arbitrairement choisis, on peut trouver x et des entiers $m_1, m_2, \ldots, m_n$, tels que les différences

$$x+m_1a_1-x_1, \quad x+m_2a_2-x_2, \quad x+m_na_n-x_n$$

soient aussi petites que l'on veut. Si $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont dépendantes, ces différences ne peuvent être rendues infiniment petites que s'il existe entre $x_1, x_2, \ldots, x_n$ certaines relations linéaires qui se déduisent aisément de celles existant entre les périodes. Dans tous les cas, le nombre des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ qui peuvent être arbitrairement choisies est égal à l'ordre du corps des périodes $a_1, a_2, \ldots, a_n$.

» Ceci posé, soient $f(x)$ une fonction continue pour toute valeur x ; $a_1, a_2, \ldots, a_n$ des périodes indépendantes ou non ; $x_1, x_2, \ldots, x_n$ un élément

quelconque du champ total. Par hypothèse même, les différences

$$x + m_1 a_1 - x_1, \quad \ldots, \quad x + m_n a_n - x_n$$

peuvent être rendues infiniment petites.

» Nous dirons que $f(x)$ est une fonction *quasi-périodique* si, étant donné ε aussi petit que l'on veut, on peut trouver δ tel que, sous les conditions

$$|x + m_1 a_1 - x_1| < \delta, \quad \ldots, \quad |x + m_n a_n - x_n| < \delta,$$

on ait

$$|f(x) - \mathrm{L}(x_1, x_2, \ldots, x_n)| \leqq \varepsilon,$$

et cela pour tous les éléments du champ total. Le nombre L, s'il existe, est donc une fonction de l'élément du champ total : c'est une fonction de p variables indépendantes si le corps des périodes a est d'ordre p, elle est d'ailleurs périodique par rapport à chacune des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et vérifie l'identité $f(x) = \mathrm{L}(x, x, \ldots, x)$. Un problème qui se pose immédiatement est celui de la recherche de tous les systèmes de périodes a, qui peuvent jouer vis-à-vis de $f(x)$ le même rôle que $a_1, a_2, \ldots, a_n$. On voit aisément que, parmi les périodes $a_1, a_2, \ldots, a_n$, on peut se borner à celles d'entre elles qui sont indépendantes : si p est leur nombre, on obtient ainsi une certaine fonction $\mathrm{L}(x_1, x_2, \ldots, x_p)$.

» J'appellerai *ordre périodique* de la fonction $f(x)$, l'ordre périodique q de la fonction des p variables indépendantes $\mathrm{L}(x_1, x_2, \ldots, x_p)$. Le nombre q est un entier caractérisant *essentiellement* la fonction $f(x)$ au point de vue de la périodicité. Si $q = 1$ on retombe sur la périodicité ordinaire. On définit enfin l'existence d'un corps de périodes, corps d'ordre q, tel que q périodes indépendantes, arbitrairement choisies dans ce corps P, peuvent jouer vis-à-vis de $f(x)$ le rôle que j'ai attribué à $a_1, a_2, \ldots, a_n$ (q est toujours inférieur ou au plus égal à n). A chaque système $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_q$ de périodes ainsi choisies correspond une fonction $\mathrm{L}(x_1, x_2, \ldots, x_q)$, que j'appellerai *fonction associée* nécessairement irréductible, périodique séparément par rapport à chacune des variables.

» On passe d'une fonction associée à une autre fonction associée par des formules de substitutions linéaires très simples. Le corps des périodes P est le *corps des périodes de la fonction* $f(x)$.

» Une classe importante de fonctions quasi-périodiques est celle des fonctions de fonctions périodiques. Si $u_1(x), u_2(x), \ldots, u_n(x)$ sont des fonctions continues simplement périodiques, toute fonction continue uniforme $\mathrm{F}[u_1(x), u_2(x), \ldots, u_n(x)]$ est une fonction quasi-périodique

d'ordre au plus égal à n. Plus généralement toute fonction de fonctions quasi-périodiques est elle-même quasi-périodique. J'ai obtenu, dans ces divers cas, des théorèmes précis qui seront publiés dans un travail en cours sur ces fonctions. J'ai pu obtenir également divers développements en séries des fonctions quasi-périodiques, notamment la généralisation du développement de Fourier, développement unique, représentant la fonction pour toute valeur de x. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un carburateur automatique pour moteurs à explosions.* Note de M. **A. Krebs**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Si, dans un moteur à explosions employant un combustible liquide, la pression motrice de l'écoulement est désignée par H pour l'air, elle est $(H - h)$ pour le liquide, h représentant la différence de niveau entre l'orifice du gicleur et le niveau du liquide au repos, plus l'effort nécessaire pour vaincre la force capillaire qui retient le liquide. Le rapport des poids d'air et de liquide écoulés devant rester constant, on peut poser, en appelant : D la densité de l'eau ; δ celle de l'air ; d celle du combustible ; S la section d'entrée d'air ; s la section d'entrée du combustible,

$$(1)\qquad \frac{S\delta\sqrt{2gH\dfrac{D}{\delta}}}{ds\sqrt{2g(H-h)\dfrac{D}{d}}} = C = \frac{S\sqrt{H\delta}}{s\sqrt{(H-h)d}}.$$

» L'orifice s étant constant, la section S devra varier en même temps que H.

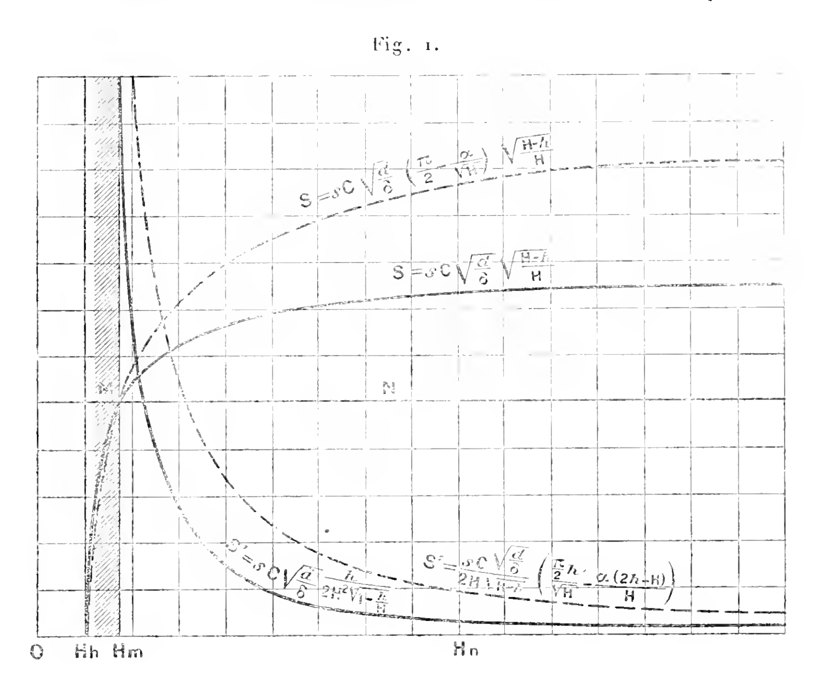
» La courbe des valeurs de S (*fig.* 1), montre que la section d'entrée d'air croît très rapidement à partir de $H = h$ pour croître ensuite de moins en moins vite.

» La vitesse minima du moteur à la puissance minima correspond à la valeur H_m ; on composera donc S de deux parties : l'une, constante, correspondant à H_m ; l'autre variable, z, telle que $S = \sigma + z$. En prenant la dérivée de S par rapport à H, on obtient une courbe dont la partie de l'aire comprise entre l'ordonnée H_m, la ligne des abscisses, la courbe et l'ordonnée H_n représente la section, pour la pression H_n, de l'ouverture additionnelle z, tandis que l'aire comprise de la même façon entre H_n et H_m représente la section σ.

» L'ouverture addittonnelle peut donc être réalisée pratiquement en disposant sur l'aire de la section σ un tiroir se déplaçant proportionnellement aux valeurs de H.

» Mécaniquement, cette solution est obtenue en faisant mouvoir ce tiroir par un piston sans frottement soumis à l'action de la pression H d'une part et à celle d'un ressort convenablement calculé d'autre part.

Fig. 1.



» On constate, dans la pratique, que la section additionnelle d'entrée d'air, telle qu'elle vient d'être déterminée, est insuffisante. Il y a, en effet, une cause perturbatrice due à ce que l'écoulement du liquide ne se fait pas exactement comme celui de l'air. Ce dernier est, à chaque instant, proportionnel à la vitesse du piston, c'est-à-dire possède des variations de formes sinusoïdales, tandis que l'écoulement du liquide ne suit pas la même loi lorsque les battements de l'aspiration sont très rapides, ce qui est le cas pour les moteurs qui nous occupent. Le rapport des quantités écoulées, qui devrait être $\frac{SV}{sv}$, tend à devenir $\frac{SV}{sv\frac{\pi}{2}}$. On introduira dans l'équation (1) un terme de correction de la forme $\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{\sqrt{H}}$.

» α est déterminé par la condition que le coefficient soit égal à l'unité pour H_m. On a alors

$$S = sC\sqrt{\frac{d}{\delta}}\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{\sqrt{H}}\right)\sqrt{\frac{H-h}{H}},$$

dont la dérivée est

$$S' = \frac{sC\sqrt{\frac{d}{\delta}}}{2H\sqrt{H-h}}\left(\frac{\frac{\pi}{2}h}{\sqrt{H}} - \frac{\alpha(2h-H)}{H}\right).$$

» Ces deux courbes sont représentées en pointillé.

» Ce terme de correction n'est pas absolu, il n'est qu'approché; car la pression H n'est pas toujours proportionnelle au nombre de tours. En outre, tel qu'il est constitué, ce terme de correction ne peut être employé que pour des moteurs dont la vitesse minima ne tombe pas au-dessous de 150 tours environ par minute.

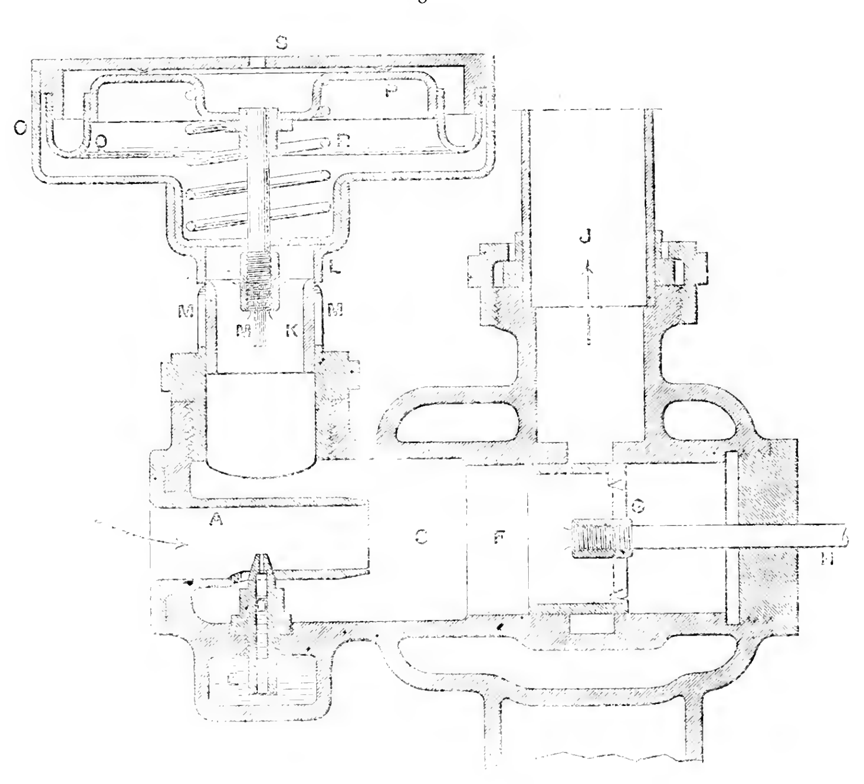
» Il serait trop long d'exposer ici les considérations ayant trait à l'établissement du terme de correction applicable à des moteurs à allures lentes. Pour le moment, nous n'avons en vue que des machines dont le nombre de tours varie de 150 à 1200 et au delà. Dans ce cas, la solution indiquée est pratiquement exacte, parce que le rapport C, que nous avons supposé constant, peut varier entre des limites qui permettent un écart de carburation plus grand que celui résultant de l'erreur commise par le terme de correction introduit.

» D'après la figure 2, la vitesse du moteur est réglée par la position du piston F venant obturer plus ou moins la lumière du conduit J. La chambre C est soumise à une dépression qui détermine l'écoulement de l'air par A, et celui du liquide par D. Le piston P supporte cette même dépression par le conduit L; il appuie donc sur le ressort R et force le tiroir K à découvrir les orifices M proportionnellement à cette dépression. L'ouverture additionnelle ainsi créée laisse entrer la quantité d'air nécessaire pour maintenir constant le rapport des poids d'air et de liquide qui se rendent aux cylindres par la lumière du conduit J.

» L'exactitude pratique des considérations qui ont servi de base à cette étude d'un carburateur automatique a été vérifiée par l'expérience. Un appareil, construit d'après les formules ci-dessus et appliqué à un moteur, a permis immédiatement de faire varier la vitesse de ce moteur dans de très grandes limites en conservant, au besoin, la même puissance au coup

moteur. Ce résultat prouve que la constance du mélange gazeux est obtenue par notre dispositif. »

Fig. 2.



A, Entrée d'air de section constante.
C, Chambre de pulvérisation.
D, Gicleur pour le liquide; ce dernier est maintenu au moyen d'un vase à niveau constant à 8mm environ au-dessous de l'orifice supérieur.
F, Registre d'admission du mélange se rendant aux cylindres.
J, Lumière et conduit allant aux cylindres.
K, Tiroir d'entrée d'air additionnelle.
L, Cylindre mettant en communication, avec la chambre C, le piston P et les orifices M, lorsqu'ils sont découverts.
M, Orifices d'entrée additionnelle d'air.
P, Piston sans frottement, logé dans le cylindre O.
Q, Membrane élastique formant joint à déroulement.
R, Ressort équilibrant la dépression d'aspiration et assurant les déplacements du tiroir K proportionnellement à cette dépression.
S, Orifice de communication avec l'atmosphère de la partie supérieure du piston P, formant, par sa petite dimension, amortisseur de vibrations.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la construction d'électrodiapasons à longues périodes variables*. Note de M. E. **Mercadier**.

« Dans le numéro du 17 novembre des *Comptes rendus*, M. Maurice Dupont décrit un diapason susceptible de donner, à l'aide de curseurs, des nombres de variations variant de 4 à 16 par seconde, et il dit à ce sujet (p. 878) : « ... vu le chiffre des vibrations obtenu, je ne sache pas qu'il ait » été encore construit de diapason donnant un nombre aussi faible de » vibrations ».

» J'ai fait construire, il y a déjà 25 ans, un diapason de ce genre, pour le laboratoire de l'École supérieure de Télégraphie. Il a environ 50^{cm} de longueur, 5^{mm} d'épaisseur, et il est en fonte malléable, ce qui facilite beaucoup la construction. Son mouvement était entretenu électriquement par le procédé que j'ai indiqué en 1873. A l'aide de deux curseurs pesant environ 2^{kg} chacun, glissant le long des branches, on pouvait faire varier les nombres de vibrations de 4 à 10 ou 12. La graduation d'un appareil de cette espèce se fait aisément en enregistrant les oscillations sur un cylindre recouvert de papier enfumé, en même temps que celles d'un pendule battant la seconde.

» Je n'ai rien publié à ce sujet, les expériences pour lesquelles cet instrument devait être utilisé n'ayant pas été faites. »

PHYSIQUE. — *Sur l'ionisation d'une flamme salée.* Note de M. **Georges Moreau**, présentée par M. Mascart.

« A température constante, la conductibilité d'une flamme salée, par vaporisation d'une solution alcaline, dépend de la force électromotrice E, de la distance des électrodes plongées dans la flamme et de la concentration de la solution. Si E seule varie, la conductibilité, d'abord proportionnelle à E, tend vers une valeur limite dite *de saturation*.

» D'après Arrhénius, la conductibilité serait due à l'ionisation des molécules salines par la chaleur. D'après Wilson [1], l'ionisation serait loca-

[1] Wilson, *Philos. Trans.*, 1899.

lisée avec deux électrodes. Les expériences suivantes m'ont permis de préciser le mécanisme de la conduction des flammes.

» I. Deux petits condensateurs plans en platine sont superposés dans une flamme salée. On charge le condensateur inférieur à une forte différence de potentiel, et l'on observe avec un galvanomètre la conductibilité du second. Elle ne varie pas, que le premier soit ou non chargé. Donc, la dissociation n'existe pas dans la vapeur saline avant l'introduction des condensateurs, car le condensateur inférieur chargé absorberait tous les ions.

» II. De part et d'autre d'une flamme salée B brûlent, en contact avec elle, deux flammes non salées de mêmes dimensions, A et C. L'une des armatures d'un condensateur est fixée dans C, l'autre α est, à la même hauteur, mobile à travers les trois flammes. L'armature α étant positive ou négative, on détermine, pour chacune de ses positions et avec un champ électrique constant, la conductibilité du système. Aussitôt que α touche la flamme salée, la conductibilité s'accroît brusquement : considérablement si α est négative et faiblement si elle est positive. La conductibilité d'une flamme salée est donc nettement unipolaire, et l'ionisation surtout active autour de l'armature négative.

» III. Pour connaître l'ionisation autour de l'armature négative, on étudiera la variation de la conductibilité d'une flamme salée avec la distance des armatures d'un condensateur plongé dans la flamme, la température des deux lames restant constante. On opérera avec un champ électrique invariable, assez élevé pour produire à peu près le courant limite. Alors presque tous les ions formés concourent à la décharge et l'on n'a pas à se préoccuper de ceux qui disparaissent par recombinaison ou entraînement de la flamme.

» Si x est la distance des électrodes, on trouve que le courant est très exactement représenté par la formule

$$I = I_0(1 - e^{-kx}), \tag{1}$$

e base des logarithmes népériens, I_0 fonction croissante du champ, de la température des électrodes et de la nature du métal du sel; k est indépendant du sel et du champ et varie lentement avec la température. Enfin I_0 et k ne dépendent pas de la nature des armatures du condensateur.

» La formule (1) donne, pour l'ionisation dans une tranche-unité à la distance x de l'armature négative,

$$\frac{dI}{dx} = kI_0\, e^{-kx}. \tag{2}$$

» L'ionisation décroît donc suivant une exponentielle de la distance x.

» *Conclusion*. — D'après l'expérience II, la conductibilité unipolaire d'une vapeur saline est analogue à celle d'une masse d'hydrogène qui entoure un filament de carbone incandescent ou à celle d'une masse gazeuse qui touche un métal illuminé par des radiations ultra-violettes.

» Dans ces deux cas, les expériences de Thomson ont établi la production de corpuscules négatifs à la surface de contact du métal et du gaz. Pour une flamme salée, il semble naturel d'admettre que ces corpuscules se forment aussi au contact d'une électrode négative incandescente. Ils seront détachés des molécules salines probablement grâce à l'énergie cinétique que celles-ci reçoivent de la surface du métal. Une charge négative activera leur séparation, une charge positive la retardera. Ces corpuscules lancés dans la flamme ionisent la vapeur du sel à la façon des radiations uraniques ([1]), d'où la formule (2).

» Une des conséquences de cette interprétation a été observée par Arrhénius : la conductibilité est proportionnelle à la dissociation corpusculaire négative, c'est-à-dire à l'énergie absorbée par la couche gazeuse superficielle; elle sera donc proportionnelle à l'intensité des radiations émises par la vapeur saline et, par suite des expériences de M. Gouy ([2]), à la racine carrée de la concentration de la solution vaporisée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Quelques observations sur l'oxyde uraneux*. Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. H. Moissan.

« Si l'on calcine à l'air le chlorure d'uranyle, il perd son chlore et se transforme en oxyde vert

$$UO^2Cl^2 = UO^2 + 2Cl$$
$$3UO^2 + 2O = U^3O^8.$$

» J'ai répété cette expérience avec du bromure d'uranyle et j'ai constaté que, même en prolongeant la calcination, les choses ne se passaient pas de la même manière.

» Le bromure d'uranyle perd tout son brome et le radical UO^2 restant se transforme en une masse rouge brique, qui demeure stable à haute température. Pensant que j'avais peut-être affaire à un oxyde nouveau, j'ai essayé de faire la réduction à chaud, dans un courant d'hydrogène pur et sec. Dans ces conditions, l'oxyde rouge brique ne perd que des traces d'eau ($0^g,0026$ et $0^g,0023$) et se transforme peu à peu en une modification noire. On voit donc : 1° que l'oxyde uraneux, engagé dans la combinaison

(1) Rutherford, *Philos. Mag.*, 1899.

(2) Gouy, *Annales de Chimie et de Physique*, 1879.

avec le brome, se transforme d'abord en une modification rouge brique, puis en une modification noire; 2° que l'oxyde uraneux, qui existe dans le chlorure d'uranyle à l'état de radical, est différent en ce qu'il est moins stable et se transforme en oxyde vert par l'action de la chaleur.

» Dans la calcination du bromure d'uranyle, le départ du brome est très net; cette réaction permet donc de vérifier expérimentalement le poids moléculaire de l'oxyde uraneux et le poids atomique du brome :

I. Poids de $UO^2Br^2 = 0^g,909$, Après calcination $= 0^g,600$ — rapport : 1,515;

or,

$$\frac{UO^2Br^2}{UO^2} = \frac{432}{272} = 1,588.$$

II. Poids de $UO^2Br^2 = 0^g,8180$, Après calcination $= 0^g,5179$ — rapport : 1,579.

III. Poids de $UO^2Br^2 = 0^g,6544$, $UO^2Br^2 - UO^2 = 0^g,2413$ — rapport : 2,71;

or,

$$\frac{UO^2Br^3}{UO^2Br^2 - UO^2} = \frac{432}{160} = 2,70.$$

IV. Poids de $UO^2Br^2 = 0^g,8180$, $UO^2Br^2 - UO^2 = 0^g,3001$ — rapport : 2,72.

» L'expérience (III) donne, pour Br, 79,6; l'expérience (IV) donne 79,2. Moyenne $= 79,4$. L'approximation est suffisante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons des cyanures complexes avec les amines de la série grasse.* Note de M. **P. Chrétien**, présentée par M. A. Ditte.

« Quelques-unes de ces combinaisons ont été décrites. M. L. Barth (1) a obtenu le ferrocyanure de tétraméthylammonium en paillettes jaunes hexagonales ayant pour composition $FeCy^6[Az(CH^3)^4]^4 + 13H^2O$. M. Fischer (2) a reconnu le premier que les amines tertiaires donnent des ferrocyanures acides peu solubles dont il a préconisé l'emploi pour la séparation de ces bases. La triéthylamine donne, d'après ce savant, une combinaison

(1) *Berichte*, t. VIII, p. 1484.
(2) *Berichte*, t. XXXI, p. 414.

facilement altérable à l'air, dont la composition, établie à l'aide du dosage du fer, répond à la formule $FeCy^6H^4, 2[(C^2H^5)^3Az]$. Ce sel ainsi que quelques autres sont obtenus par la réaction du ferrocyanure de potassium sur des solutions très acides des sels d'amines. Le même procédé a permis à MM. C. Wursterch, L. Roser ([1]) de préparer quelques sels acides avec les dérivés nitrosés des amines, sels qui ont une composition analogue à la précédente; il en est de même des sels préparés par M. Eisenberg ([2]).

» La saturation méthodique des acides ferrocyanhydrique et ferricyanhydrique par les *isoamylamines* primaire, secondaire et tertiaire m'a permis d'obtenir une série de sels bien cristallisés. L'acide ferrocyanhydrique préparé par la méthode connue, en passant par la combinaison éthérée, était employé soit en solution aqueuse, soit en solution alcoolique; l'acide ferricyanhydrique, préparé par action de l'acide sulfurique sur le sel de baryum, était employé en solution aqueuse. J'ai fait agir successivement 1, 2, 3 et 4 molécules d'amines sur 1 molécule du premier de ces acides: 1, 2 et 3 molécules sur 1 molécule ($FeCy^6H^3$) du second.

» Tous les sels obtenus ont été desséchés sur l'acide sulfurique avant l'analyse.

» L'*isoamylamine primaire* a donné un seul sel acide très bien cristallisé, souvent en très gros cristaux, à peine teintés de jaune, qui verdissent rapidement au contact de l'air; leur composition est représentée par la formule $FeCy^6H^4, 2C^5H^{11}AzH^2, H^2O$. Ce sel est soluble dans l'eau et l'alcool.

» Le sel saturé est également très soluble; il s'obtient facilement en lamelles presque blanches et répond à la formule $FeCy^6H^4, 4C^5H^{11}AzH^2$.

» L'acide ferricyanhydrique donne également deux sels : le premier est un sel acide de formule $FeCy^6H^3, 2C^5H^{11}AzH^2$ donnant des cristaux d'une couleur jaune rougeâtre; le second est le sel saturé, il cristallise également bien, est jaune et a pour formule $FeCy^6H^3, 3C^5H^{11}AzH^2$.

» L'*isoamylamine secondaire* donne immédiatement, avec l'acide ferrocyanique, un précipité blanc cristallin. Ce sel est extrêmement peu soluble dans l'eau et dans l'alcool; il se dissout un peu mieux dans l'alcool méthylique où il donne de très beaux cristaux d'apparence cubique, presque incolores, mais se ternissant et prenant rapidement une teinte verte au contact de l'air. C'est un sel acide dont la formule est

$$FeCy^6H^4, (C^5H^{11})^2AzH.$$

L'action de 2 ou 3 molécules de la base sur 1 molécule de l'acide donne également un

([1]) *Berichte*, t. XXXIV, p. 396.

([2]) *Liebig's Annalen*, t. CCV.

précipité blanc semblable au précédent, moins abondant toutefois, et une liqueur jaune; cette dernière se produit seule quand on fait agir 4 molécules de base. Elle constitue probablement une solution du sel saturé; mais, soumise à l'évaporation dans le vide sur l'acide sulfurique, elle se réduit à une sorte de gomme qui ne cristallise jamais, quels que soient les moyens employés à cet effet. Toutefois, après plusieurs dissolutions et évaporations, au cours desquelles on voit apparaître un précipité vert, indice de décomposition partielle, on finit par obtenir de beaux cristaux prismatiques jaunes qui ne sont plus formés par un ferrocyanure, mais bien par le ferricyanure saturé.

» Quant au ferrocyanure saturé il paraît être incristallisable.

» La saturation de l'acide ferricyanhydrique donne deux sels : l'un est le sel saturé dont il vient d'être question, il se dépose en très beaux cristaux jaunes qui sont quelquefois des aiguilles et souvent d'assez gros prismes répondant à la formule $FeCy^6H^3, 3(C^5H^{11})^2AzH$; ce sel est soluble dans l'eau et l'alcool.

» L'autre ferricyanure, le sel acide $FeCy^6H^3, 2(C^5H^{11})^2AzH$, se présente sous la forme de très petites aiguilles jaunes groupées en houppes, solubles également dans l'eau et l'alcool.

» La *triisoamylamine* donne avec l'acide ferrocyanhydrique un précipité blanc cristallin qui paraît encore plus insoluble que le sel correspondant de la base secondaire; l'alcool méthylique n'a pas permis de le faire cristalliser. Ce sel acide, qui verdit à l'air, a pour formule $FeCy^6H^4(C^5H^{11})^3Az$.

» Il m'a été impossible d'obtenir d'autres ferrocyanures cristallisés. L'acide ferricyanhydrique a donné deux sels solubles, qui sont jaunes l'un et l'autre. L'un est le sel saturé $FeCy^6H^3, 3(C^5H^{11})^3Az$, l'autre est un sel acide dont la composition peut être représentée par la formule $FeCy^6H^3, (C^5H^{11})^3Az, H^2O$.

» Les ferricyanures acides de ces bases sont peu stables; pendant la cristallisation ils subissent une décomposition plus ou moins avancée qui se traduit par l'odeur de l'acide cyanhydrique et la formation d'un dépôt bleu; ils tendent à redonner le sel saturé.

» L'existence de ces sels semble montrer une différence bien nette dans l'action des amines secondaires et tertiaires sur les acides ferrocyanhydrique et ferricyanhydrique. Pour le premier, les sels acides, très peu solubles, s'obtiennent facilement; pour le second c'est, au contraire, le sel saturé qui tend toujours à se produire par suite de la décomposition des sels acides qui sont solubles.

» Les lacunes qui existent dans cette série de sels seront comblées, je l'espère, par l'étude que j'ai entreprise des sels formés par les propylamines. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Procédé de dosage de la glycérine dans le vin.* Note de M. A. Trillat, présentée par M. Arm. Gautier.

« Ce procédé repose sur la propriété que possède l'éther acétique, débarrassé de ses impuretés, de dissoudre la glycérine dans une proportion

d'environ 9 pour 100 à la température ordinaire, à l'exclusion des autres éléments contenus dans l'extrait sec d'un vin.

» Parmi les nombreuses méthodes préconisées pour le dosage de la glycérine, basées les unes sur l'extraction directe du produit par divers dissolvants, les autres sur l'entraînement de la glycérine et son évaluation par voie colorimétrique, celle qui donne les résultats les plus constants consiste dans l'extraction par le mélange éthéro-alcoolique que tous les chimistes connaissent. Mais la glycérine extraite par ce procédé est très impure : c'est ainsi qu'un vin, traité avec tous les perfectionnements apportés à cette méthode, a donné une glycérine qui, à l'analyse, a fourni les chiffres suivants :

	Glycérine extraite.	Théorie.
Carbone	42	39,13
Hydrogène	9,10	8,70
Oxygène (par diff.)	48,90	52,17
	100,00	100,00

» Ce n'est pas tout : la glycérine ainsi extraite laisse un résidu minéral relativement considérable, qu'on peut évaluer de 5 à 12 pour 100 de son poids.

» Il est facile de se rendre compte, par expérience, de la cause de ces résultats. L'alcool, même absolu, dissout, à la faveur d'une très petite quantité de glycérine, certaines matières extractives et une notable proportion de sels minéraux : la présence de l'éther ne fait qu'amoindrir ces inconvénients sans les supprimer. Il en résulte que, quelles que soient les proportions du mélange éthéro-alcoolique, on obtient toujours un produit impur, d'aspect jaunâtre, à peine édulcoré, et dont la composition est très éloignée de celle de la glycérine. L'emploi de l'éther acétique dans certaines conditions déterminées supprime ces inconvénients.

» *Description de la méthode.* — On mesure 50^{cm^3} de vin et on les verse dans une petite capsule en argent placée au bain-marie. On évapore avec précaution, à une température d'environ 70°, les $\frac{2}{3}$ à peu près du liquide. A ce moment, on ajoute dans la capsule 5^g de noir animal pulvérisé, on mélange intimement avec le résidu et l'on continue d'évaporer jusqu'à siccité complète. Le résidu, après refroidissement, est broyé dans un mortier avec 5^g de chaux vive. Le mélange se présente alors sous forme d'une poudre grise ne s'agglutinant pas et n'adhérant pas aux doigts. Cette poudre est placée dans un flacon et fortement agitée pendant quelques minutes avec 30^{cm^3} d'éther acétique desséché et débarrassé d'alcool. On filtre en décantant et en ayant soin de repasser les premières portions du liquide qui entraîne un peu de chaux au début et l'on recommence une deuxième fois le même traitement. On obtient ainsi un liquide

absolument clair ([1]) contenant en dissolution la totalité de la glycérine qu'il s'agit maintenant de séparer. Dans ce but, l'éther acétique est évaporé en plusieurs fois dans une capsule tarée semblable à celle dont on se sert pour les extraits de vin, d'abord au bain-marie pour chasser la plus grande partie de l'éther acétique, puis à l'étuve à 60° jusqu'à poids constant ($1^h 30^m$ environ).

» Il reste à peser la capsule munie de son couvercle et à évaluer par différence le poids de la glycérine en prenant des précautions que nécessite la grande hygroscopicité du résidu.

» La glycérine ainsi obtenue est à peine colorée en jaune paille, elle a un goût franchement sucré : ce résultat n'est donné par aucune autre méthode.

» La combustion d'une glycérine extraite d'un vin traité par la méthode précédente a donné les chiffres suivants :

Carbone	38,86
Hydrogène	8,62
Oxygène (par différence)	52,52

» Le résidu minéral n'atteint pas 1 pour 100 du poids de la glycérine : on peut le négliger dans les cas ordinaires.

» L'éther acétique doit être soigneusement déshydraté et débarrassé par distillation de l'alcool qu'il contient presque toujours comme impureté.

» La chaux en poudre a pour but d'enlever les dernières portions d'humidité et de neutraliser l'acidité de l'extrait. Dans des essais à part, j'ai constaté que la chaux vive ([2]), dans les conditions où elle est employée, n'avait aucune action chimique sur la glycérine. Il est nécessaire d'opérer en l'absence complète d'humidité.

» Si l'on a plusieurs dosages de glycérine à effectuer, on peut récupérer facilement par distillation les $\frac{2}{3}$ de l'éther acétique employé.

» Je me sers depuis plusieurs années de cette méthode pour évaluer la glycérine dans les vins et même dans le cas de vins glucosés à 30^g par litre. Elle présente l'avantage sur les autres procédés d'être d'une exécution rapide en permettant d'isoler le produit à doser à un degré suffisant de pureté. »

([1]) L'addition d'éther ordinaire dans la solution de glycérine la précipite immédiatement et complètement. J'ai utilisé pendant quelque temps cette propriété pour doser volumétriquement la glycérine. Mais, pour le vin, j'ai reconnu que cette méthode n'offrait aucun avantage sur la méthode pondérale.

([2]) Divers autres déshydratants, tels que le chlorure de calcium, le carbonate de potasse, la baryte, le sulfate de chaux, ont été essayés. Ces produits ont donné de moins bons résultats que la chaux vive.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la structure des muscles de* l'Anomia ephippium. Note de M. **Jobert**, présentée par M. Alfred Giard.

« Une fois fixée par son byssus lamellaire qui, plus tard, deviendra l'ossicule, l'Anomie paraît condamnée, sauf accident, à l'immobilité; mais, si elle ne peut exécuter de mouvements de translation, elle s'ouvre cependant et reste même, le plus souvent, ouverte, comme on peut s'en assurer quand on l'observe dans une eau tranquille. Les bords du manteau s'avancent jusqu'au bord de la coquille et le pied si grêle s'allonge, se meut, dans tous les sens, explorant l'extérieur comme le ferait un organe tactile volontaire. A la moindre agitation, vite le pied se rétracte et la valve inférieure plate vient brusquement s'appliquer sur la supérieure; l'animal se ferme mais ne tarde pas cependant à s'ouvrir de nouveau. Mais, outre ce mouvement de défense, la valve en exécute d'autres semblables à des intervalles presque réguliers, et si, après avoir détaché l'Anomie, on la place soit dans l'eau, soit même à l'air libre, on constate l'ouverture lente et la fermeture toujours brusque de la valve plate. Cette manœuvre persiste pendant longtemps. Nous avons dit que la fermeture était toujours rapide et brusque; si l'on dégage le muscle adducteur des valves du manteau qui l'entoure, on peut, en l'excitant, constater sa contraction brusque qui entraîne la valve plate et opère la fermeture.

» La structure de ce muscle est intéressante à connaître.

» Comme tous les muscles analogues des Acéphales, il est formé d'une partie franchement musculaire accolée à un faisceau blanc nacré formé de tissu élastique fibrillaire; la partie musculaire offre à considérer deux ordres d'éléments.

» 1° Des faisceaux de fibres striées formés de fines fibrilles peu adhérentes entre elles; les disques obscurs et clairs y sont admirablement définis, le disque mince est fort difficile à voir; cependant il existe. Ces faisceaux de fibrilles, entre lesquelles on ne voit pas de noyaux, ne paraissent pas avoir de sarcolemme, mais autour d'un certain nombre d'entre eux se trouve une membrane, et l'on constate à ce niveau la présence de noyaux qui se colorent vivement par le carmin.

» 2° A côté des faisceaux de fibres striées se trouvent des faisceaux de longues fibres lisses fusiformes à double contour, offrant sur leur trajet une série de renflements et d'étranglements, véritables muscles lisses polygastriques composés de fibrilles parallèles très nettement visibles après l'action du carmin ou du picrocarmin qui colore vivement les renflements en rouge.

» Le muscle de l'ossicule qui, chez les Anomies adultes, est un vrai digastrique, possède également une structure particulière. A l'œil nu on voit à sa périphérie des

bandes blanches nacrées alternant avec des bandes sombres; les premières sont formées de tissu élastique et conjonctif; les autres, de faisceaux striés à fibrilles comme dans l'adducteur des valves, et de fibres lisses sans renflements.

» Les grosses fibres conjonctives sont constituées par la réunion de fibrilles extrêmement fines; elles sont repliées sur elles-mêmes; les replis sont tellement appliqués les uns sur les autres qu'au premier abord on les prendrait pour des fibres musculaires striées : hypothèse qui ne résiste pas à l'examen, car on peut voir ces faisceaux de fibrilles absolument dépliés dans une partie de leur trajet.

» Telles sont les dispositions anatomiques constatées dans le muscle adducteur et ceux de l'ossicule. Aux fibres striées paraît dévolue la fermeture brusque de la valve; au tissu élastique, aux fibres lisses, à contraction lente, la fermeture permanente. Les malacologistes ne sont pas encore aujourd'hui bien d'accord sur la place que doit occuper l'Anomie dans le cadre zoologique. Quelques auteurs l'ont rattachée aux Pectinidés. Or il est à remarquer que chez les Pectinidés, le fait est depuis longtemps connu, les muscles adducteurs des valves ont une striation absolument identique à celle que j'ai rencontrée chez l'Anomie. Le *Pecten varius* offre à cet égard un excellent sujet d'étude. »

ZOOLOGIE. — *Sur des formes nouvelles ou peu connues de* Rhabditis. Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. Alfred Giard.

« En faisant des cultures pures de certains *Rhabditis,* je fus amené par un caractère remarquable à distinguer deux types, que j'avais d'abord confondus à l'aspect : l'un ne présentait que des femelles hermaphrodites, c'est-à-dire des individus, femelles par la forme, mais produisant avant les ovules des spermatozoïdes destinés à une autogamie; l'autre était dioïque, les mâles et les femelles étant complètement unisexués, s'accouplant ou, par isolement, restant stériles, d'ailleurs avec une forte proportion de mâles (1-3 pour 2 femelles).

» La plupart des caractères de ces deux types sont semblables. La taille des individus tout à fait adultes varie ordinairement autour de 2^{mm}; quelques femelles peuvent atteindre 3^{mm}. Les lobes buccaux sont peu saillants, chacun avec une très petite papille (peut-être avec moins de constance dans le type dioïque); la cavité buccale est longue d'environ 20^{μ}, et l'œsophage a en moyenne 250^{μ} à 300^{μ}; l'intestin, par ses granules et sphérules, apparaît noirâtre à la lumière diaphragmée; ses cellules sont bien distinctes grâce à leur limite claire. Le pore excréteur a sa position moyenne

au niveau du milieu du bulbe postérieur, mais peut se déplacer soit un peu en avant, soit davantage (notamment par compression) en arrière de ce bulbe. La queue se rétrécit assez rapidement et se termine par un filament plus ou moins court; vers la base de la queue, là où le rétrécissement s'accentue, on voit de chaque côté un prolongement de la substance granuleuse du corps s'étendre à travers la cuticule claire jusqu'à la surface du corps. Les femelles, chargées d'œufs nombreux, sont ovovivipares, et, à la fin des pontes ou par insuffisance de nourriture, vivipares et matricidées.

» Cependant, malgré la similitude générale de ces deux types, j'ai pu découvrir, à côté du caractère important du *mode de sexualité*, quelques caractères distinctifs tirés de la forme du *bulbe antérieur*, de la longueur relative du *rectum*, et de la disposition des cellules dans l'*ovaire*. Dans le type hermaphrodite : le bulbe extérieur est toujours en renflement prononcé, court et assez limité; le rectum est court; l'ovaire est composé de cellules qui, pendant leur accroissement, restent d'abord en massif et polyédriques pour ne prendre que vers le coude de cet organe la disposition en série unique de cellules cubiques, puis allongées. Dans le type dioïque : le bulbe antérieur est en fuseau allongé et peu accentué; le rectum dépasse notablement en longueur la largeur de l'intestin; les cellules de l'ovaire, qui, à son extrémité, contournent une sorte de rachis granuleux, sont déjà, loin du coude et sur le bord externe de l'organe, disposées en une série de cellules, d'ailleurs plates à noyau élargi, avant de prendre au coude la forme cubique, puis allongée.

» Enfin, à défaut du mâle de la forme hermaphrodite, encore inconnu, mais sans doute seulement rarissime, comme chez la plupart des *Rhabditis* hermaphrodites (Maupas), j'indiquerai pour la forme dioïque les caractères spéciaux du mâle, si employés pour la spécification. Le type en est *leptodérien;* la bursa assez développée présente ordinairement neuf papilles de chaque côté, disposées en trois groupes ternaires, parfois dix par l'existence de quatre papilles en avant; elles sont écartées entre elles dans le groupe antérieur (la première étant souvent très petite), rapprochées entre elles dans les autres groupes situés, le moyen immédiatement après l'orifice mâle, le postérieur près de la queue. Les spicules ordinairement de 50^{μ} à 60^{μ} sont jaunâtres. J'ajoute que j'ai retrouvé dans le sperme de certains mâles les aiguilles problématiques déjà signalées dans trois autres espèces par Claus, Bütschli et Maupas; de taille diverse, elles me parurent brisées, comme l'avait observé Maupas, caractère qui rend plus

invraisemblable l'assimilation, faite par les deux premiers auteurs, à des spermatozoïdes, dont cependant la forme ordinaire chez les Nématodes est si différente.

» Ainsi, la ressemblance des deux formes est telle que, en dehors de la présence de nombreux mâles (facilement reconnaissables) dans les cultures du second type, il me paraît difficile de les distinguer au seul aspect; mais un examen attentif des animaux au repos permet, en outre du mode de sexualité, de fixer les caractères spécifiques pour chacune de ces deux formes.

» L'espèce hermaphrodite me paraît identique à celle qui a été bien figurée par Vernet (*Ann. Sc. phys. nat. de Genève,* 1872) sous le nom de *Rhabditis terricola* donné par Dujardin (*Suites à Buffon : Helminthes,* 1845); l'espèce de Vernet étant hermaphrodite, celle de Dujardin dioïque, c'est avec raison que Maupas a remplacé le nom de *R. terricola* par celui de *R. Verneti.*

» Quant à l'espèce dioïque, il est difficile de dire si elle est le vrai *Rh. terricola* de Dujardin, la vieille description de cet auteur étant très insuffisante : certains des caractères donnés par lui conviennent à la plupart des *Rhabditis;* son minimum de taille (500^{μ}) est beaucoup trop petit pour un adulte, et trop grand pour un jeune à l'éclosion; ses maxima (2^{mm} pour les femelles, $1^{mm},05$ pour les mâles) sont notablement trop petits; ses autres nombres n'ont avec les miens qu'une coïncidence trop vague pour servir de preuve pour l'identification; enfin, pour la bursa, Dujardin indique seulement la présence de 7-8 « côtes », au lieu de 9-10. Il est donc difficile d'identifier avec certitude mon espèce dioïque au *Rh. terricola,* type primitif sous lequel on a, d'ailleurs, dû confondre même plus de deux espèces. Le *Rh. dolichura* présenterait aussi quelque rapport avec l'espèce en question, notamment par son bulbe antérieur presque indistinct et son long rectum; mais il s'en distingue nettement surtout par sa taille beaucoup plus petite (1^{mm}) et son oviparité.

» L'une des formes rencontrées dans mes cultures me paraît répondre au *Rh. elegans* Maupas, trouvé deux fois par Maupas aux environs d'Alger; or je l'ai souvent rencontré aux environs de Paris en appâtant avec de la viande des échantillons de terre provenant de diverses localités. Cette forme est très agile et très envahissante : dans les cultures, elle supplantait les autres espèces; plus encore, dans la même chambre humide, elle ne tardait pas par ses migrations à infester d'autres cultures.

» Enfin, vu l'importance du *Rh. Schneideri* en tant qu'espèce parthéno-

génétique (pas de mâles, et femelles sans spermatozoïdes), je signalerai l'existence, aux environs de Paris, de cette espèce déjà observée par Schneider, puis par Bütschli en Allemagne et par Maupas en Algérie. »

BOTANIQUE. — *La théorie des phytons chez les Gymnospermes.* Note de M. G. Chauveaud, présentée par M. Van Tieghem.

« Dans ces dernières années, un certain nombre de botanistes ont essayé de remettre en honneur la vieille théorie des phytons, en prenant comme point de départ la structure de la feuille pour expliquer la structure de la tige et celle de la racine.

» En suivant le développement de l'appareil conducteur, nous avons constaté qu'il s'accomplit précisément en sens inverse, sa première phase étant caractérisée par l'alternance de ces deux sortes d'éléments, telle qu'on l'observe dans la racine.

» Depuis, nous avons fait connaître, en détail, la marche de ce développement, dans plusieurs exemples particuliers, choisis tous parmi les Angiospermes ([1]). Or, c'est surtout aux Gymnospermes que la théorie des phytons paraît le mieux s'appliquer, d'après l'un de ses partisans, qui s'exprime ainsi : « La notion du phyton est si évidente chez les Conifères, » au point de vue morphologique, qu'il serait oiseux d'y insister.... Au » point de vue anatomique, notre travail n'est que le développement, » sous toutes ses formes, de ce que nous considérons comme la base de » l'Anatomie végétale.... En résumé, la notation anatomique a été établie » en considérant d'abord la tige; on a ensuite donné le même nom aux » parties qui se retrouvaient dans la feuille. Nous pensons que la marche » inverse seule est rationnelle... » ([2]).

» Dans la présente Note, nous nous proposons de montrer que cette théorie ne s'applique pas davantage aux Gymnospermes, le développement de l'appareil conducteur ayant toujours ici son point de départ dans la racine. Pour cela, nous choisirons comme exemple le Pin maritime (*Pinus*

([1]) G. Chauveaud, *Passage de la position alterne à la position superposée de l'appareil conducteur, avec destruction des vaisseaux centripètes primitifs dans le cotylédon de l'Oignon* (*Allium Cepa*) (*Bulletin du Muséum d'Hist. nat.*, 1902, p. 52).

([2]) Dangeard, *Recherches sur les plantules des Conifères* (*Le Botaniste*, 3e série, p. 197 et 199).

maritima), où la structure de la racine persiste dans la tigelle, ainsi que cela a été déjà signalé, dans plusieurs espèces voisines, par mon excellent maître M. Van Tieghem ([1]).

» Dans cette plante, le faisceau ligneux primitif, au lieu de se modifier brusquement, au-dessous des cotylédons, comme on le croyait, se continue directement, ainsi que son canal sécréteur externe, à l'intérieur du cotylédon, où on le voit en alternance avec deux faisceaux libériens fournis chacun par l'un des faisceaux libériens voisins de la radicule. *Au début de la plantule, la même structure alterne se continue donc dans la radicule, la tigelle et le cotylédon.*

» A mesure qu'on s'élève au-dessus de la radicule, on constate une réduction du faisceau ligneux primitif, en même temps qu'une apparition plus hâtive des formations intermédiaires et secondaires. Plus tard, dans sa partie supérieure ainsi réduite, ce faisceau primitif subit une atrophie progressive, ses vaisseaux sont résorbés peu à peu, puis disparaissent; les vaisseaux intermédiaires qui leur font suite, de part et d'autre, disparaissent à leur tour. Désormais, on ne retrouve plus, à la base du cotylédon, que les derniers vaisseaux formés, qui, de chaque côté, sont opposés au liber avec lequel ils forment un faisceau libéro-ligneux. On a donc, à la fin du développement, deux faisceaux libéro-ligneux séparés, sur la ligne médiane, par le canal sécréteur qui persiste après le faisceau primitif. Telle est la manière dont se fait le passage de la disposition alterne à la disposition opposée à l'intérieur du cotylédon.

» On s'assure facilement que ce ne sont point les vaisseaux externes, dans la portion inférieure du faisceau primitif, qui se déplacent vers l'intérieur, à mesure qu'on s'élève, car on les voit disparaître après résorption sur place. Il s'agit bien là d'une succession de phases, dont la dernière subsiste seule dans le cotylédon complètement développé.

» Quand le nombre des cotylédons est égal à celui des faisceaux de la radicule, chaque cotylédon reçoit un de ces faisceaux primitifs, comme nous venons de l'indiquer, et tous les cotylédons ont même structure. Mais, dans la plupart des cas, le nombre des cotylédons est supérieur à celui des faisceaux radiculaires; alors, les cotylédons qui ne correspondent pas à ces faisceaux en reçoivent d'autres qui prennent forcément naissance au-dessus de la radicule. D'après notre manière de voir, les faisceaux nés en dehors de la radicule sont plus récents que les précédents; ils ne possèdent pas par conséquent la disposition alterne primitive. Si notre interprétation est exacte, *il doit donc exister une différence de structure entre les cotylédons de la même plantule.*

» Cette différence est, en effet, facile à constater; ces derniers cotylédons présentent à leur base, dès le début, des éléments conducteurs opposés formant ensemble un unique faisceau libéro-ligneux dépourvu de canal sécréteur. Cela confirme, d'une façon remarquable, l'interprétation qui nous conduit à attribuer à ces derniers cotylédons une origine plus récente.

([1]) Ph. Van Tieghem, *Sur la structure primaire et les affinités des Pins* (*Journ. de Bot.*, 1891, p. 282).

» Nous avons déjà signalé une différence tout à fait comparable entre le cotylédon et la première feuille de l'Oignon ([1]). Les cotylédons à double faisceau du Pin correspondent seuls au cotylédon de l'Oignon, les autres à faisceau unique correspondent à sa première feuille; or, il est évident, pour tous, que la première feuille de l'Oignon est de formation plus récente que son cotylédon.

» Le canal sécréteur, qui accompagne le faisceau primitif, a une origine très ancienne, puisqu'il naît avant les premiers vaisseaux. Cela explique pourquoi on ne le trouve pas au dos des faisceaux nés au-dessus de la radicule et, en particulier, dans les nouveaux cotylédons. Ce canal sécréteur dans la tigelle a été regardé par M. Van Tieghem comme une continuation, vers le haut, du système sécréteur de la radicule ([2]). Cette opinion a été critiquée par les partisans de la théorie des phytons, mais nous voyons, par ce qui précède, combien sa justesse se trouve confirmée.

» Si nous avons choisi pour exemple le Pin maritime, c'est parce que, dans cette espèce, le développement se fait lentement, ce qui nous a permis de suivre, à l'intérieur du cotylédon, le passage de la disposition alterne à la disposition opposée. Dans la plupart des autres Gymnospermes, l'accélération du développement est plus rapide, les premières phases sont supprimées plus ou moins tôt, au-dessus de la radicule, de telle sorte que les cotylédons, quel que soit leur nombre, ont tous la même structure opposée.

» En résumé, chez les Gymnospermes, aussi bien que dans les Angiospermes, la théorie des phytons est inexacte et la feuille ne représente que la dernière phase du développement de l'appareil conducteur, dont le point de départ se trouve dans la racine. »

BOTANIQUE. — *Sur le mode de végétation et de reproduction de l'* Amylomyces Rouxii, *champignon de la* levure chinoise. Note de M. **J. Turquet**, présentée par M. Van Tieghem.

« L'*Amylomyces Rouxii*, Champignon qui saccharifie l'amidon, a été isolé en 1892 par M. Calmette, de la *levure chinoise*, préparation complexe utilisé comme ferment. Il sécrète une diastase identique à celle de l'orge germé, l'amylase, transformant l'amidon en sucre, et une autre diastase, la zymase, qui transforme ce dernier en alcool et en acide carbonique.

» Grâce à ces propriétés, la levure chinoise, dont ce Champignon est le

([1]) Ph. Van Tieghem, *Sur la structure primaire et les affinités des Pins* (*Journ. de Bot.*, 1891, p. 282).

([2]) *Loc. cit.*, p. 281.

principe le plus actif, sert à la fabrication des vins et alcools de riz dans les pays d'Extrême-Orient et notamment en Indo-Chine et en Chine. L'étude que M. Calmette ([1]) a faite de l'*A. Rouxii*, en le cultivant sur des milieux de culture liquides et solides, peut se résumer de la manière suivante :

» 1° Sur les milieux liquides et solides, le Champignon forme « un mycélium aérien » qui ne se termine jamais par des zygospores, comme chez les Mucorinées, ni par » les capitules chargés d'ascospores, comme chez les *Aspergillus* ou *Eurotium* ».

» 2° Dans les cultures en cellule, sur du moût de bière « au contact de l'air, sur » les bords de la gouttelette pendante, le tube mycélien se divise en cloisons trans- » versales au niveau desquelles le protoplasma très réfringent s'amasse pour former » des conidies. Au début, ces conidies ont une forme cubique, puis elles s'arron- » dissent mais ne s'isolent pas du rameau qui les a fait naître, et qui se prolonge » au-dessus d'elles pour former un peu plus loin une ou plusieurs conidies sem- » blables ».

» 3° Quel que soit le substratum sur lequel on cultive la moisissure, on n'observe aucune sporulation à l'extrémité des filaments mycéliens; c'est toujours dans leur continuité que se montrent les conidies.

» 4° « Dans les liquides sucrés ou amylacés, la plante ne produit pas de cellules » ovales ou sphériques en forme de levures ».

» 5° « Le mode de reproduction est exclusivement asexué par spores endogènes ».

» Les idées de M. Calmette sur le mode de végétation et de multiplication du Champignon sont adoptées plus tard par M. Sanguineti ([2]), puis par M. Fernbach ([3]).

» Plus récemment, M. Duclaux ([4]) accepte et décrit pour l'*Amylomyces Rouxii* le seul mode de reproduction asexué par spores d'origine endogène, admis par les auteurs précités. Plus récemment encore, M. Neuville ([5]) n'attribue à cette espèce que des *spores mycéliennes*.

» Ainsi, d'après les auteurs précédents, dont l'opinion est conforme à celle de M. Calmette, l'*Amylomyces* ne possède qu'un seul mode de reproduction asexuée : la formation de spores endogènes ou conidies dans la continuité des filaments mycéliens.

» Or les recherches que j'ai entreprises m'ont montré que, contrairement à l'interprétation adoptée par ces savants, la reproduction asexuée s'effectue, chez cette plante, par des éléments de deux sortes :

» 1° Par des spores nées dans des sporanges, ceux-ci étant portés à

([1]) *Ann. Inst. Past.*, 1892.
([2]) *Ann. Inst. Pasteur*, 1897.
([3]) *Ann. de la Brass. et de la Dist.*, 1898.
([4]) *Traité de Microbiologie*, t. III, 1900.
([5]) *Bull. de la Soc. d'Acclim. de Fr.*, 1902.

l'extrémité de pédicelles issus des filaments mycéliens. C'est là le mode normal de reproduction asexuée des espèces du genre *Mucor*.

» 2° Dans la continuité des filaments se forment des chlamydospores, qui ne sont que des éléments accessoires de reproduction asexuée de l'espèce et constituent un deuxième mode de multiplication; ce sont là les *conidies* ou spores endogènes de M. Calmette.

» Sur les milieux de culture solides ou liquides très favorables au développement de l'appareil sporangifère des Mucors, carotte, riz cuit, jus d'orange, macération de crottin, bouillon mannité, etc., l'*Amylomyces* développe abondamment des pédicelles ramifiés en cymes sympodiques et terminés par des sporanges. Sur pomme de terre, il forme un fin gazon qui s'affaisse bientôt et où les sporanges sont très rares ou même peuvent manquer. Sur moût de bière gélosé, la partie aérienne du thalle est encore moins apparente, et sur ce substratum on n'observe peu ou pas de sporanges, tandis que la formation des chlamydospores y est très active.

» Cultivée sur moût de bière, en goutte pendante, la spore issue du sporange germe en augmentant de volume et devient sphérique en même temps qu'elle émet un ou plusieurs bourgeons qui s'allongent en filaments ramifiés et forment un thalle où les pédicelles sporangifères sont rares, ce qui explique qu'ils aient échappé à une observation même très attentive. Sur les branches du thalle et surtout sur les fins rameaux, il se forme, par contre, beaucoup de chlamydospores.

» Sur les autres milieux liquides ou solides ci-dessus indiqués, celles-ci deviennent plus rares, tandis que l'appareil sporangifère est au contraire plus développé.

» Sur les milieux les plus favorables, carotte, jus d'orange, macération de crottin, l'appareil sporangial comprend :

» 1° Des pédicelles incolores ou blanchâtres dressés, fins, ramifiés en cyme sympodique à deux ou trois branches, dont chacune est terminée par un sporange : la hauteur des pédicelles varie de $0^{cm},5$ à 3^{cm}.

» 2° Des sporanges de forme ordinairement sphérique dont le diamètre varie de 10^{μ} à 50^{μ}. Leur membrane, d'abord incolore, devient d'un blanc pâle, puis brunâtre à surface rugueuse, parfois bosselée par la saillie des spores, mais on n'y voit point de spicules calcaires; la déhiscence de cette membrane a lieu par diffluence.

» 3° A l'intérieur du sporange est une columelle claire, à surface lisse, ordinairement sphérique, parfois ovoïde ou presque hémisphérique. Après la déhiscence, elle présente à sa base une collerette très peu apparente.

» 4° Les spores, d'ordinaire très nombreuses dans le sporange, sont très petites, claires, de forme ovale, parfois sphériques. Leurs dimensions varient de 2^μ à 3^μ sur 3^μ à 4^μ.

» Cultivée dans les liquides sucrés ou amylacés, à surface bien aérée, la plante forme un thalle à filaments très ramifiés, où l'on ne distingue que de rares rameaux présentant un bourgeonnement en levure.

» Je dois ajouter que, dans mes cultures, je n'ai pas observé la formation de zygospores.

» Ainsi, par son mode de végétation et de reproduction asexuée, l'*Amylomyces Rouxii* doit rentrer dans le genre *Mucor* et prendre place à côté des *Mucor racemosus* et *circinelloides*. Ce sera donc désormais le *Mucor Rouxii*. Ces résultats de mes recherches viennent donc confirmer ceux déjà obtenus par M. Wehmer [1] en 1900. »

GÉOLOGIE. — *Production actuelle de soufre natif dans le sous-sol de la place de la République, à Paris.* Note de M. Stanislas Meunier. (Extrait.)

« Le tunnel du chemin de fer métropolitain, dans sa partie située place de la République, au droit de la rue Meslay, traverse, à 8^m environ sous le pavé, une terre noire très argileuse renfermant des débris de bois et présentant des veinules, de petits amas et des géodes de soufre cristallisé.

» Pour comprendre l'origine de ce soufre cristallisé, il faut considérer la situation relative des masses constitutives du sol.

» La voie dans le tunnel sera établie sur des couches sableuses et caillouteuses, recoupées sur 6^m environ d'épaisseur, et renfermant des fossiles roulés du Calcaire grossier. On doit les regarder comme quaternaires; elles représentent d'anciens dépôts de la Seine, dont elles ont le niveau (22^m à 28^m).

» Sur ces sables et dans une dépression qui atteint son maximum de profondeur en face de la rue Béranger, sont disposées les argiles sulfurifères. Les substructions qu'on y a rencontrées et spécialement celles qui soutenaient la « Porte du Temple » au XIVe siècle, montrent que ces argiles constituaient, au temps de Charles V, un marais qui a donné son nom au quartier. On rencontre en abondance, dans ces argiles, des coquilles lacustres, lymnées, planorbes, physes et avec elles des coquilles terrestres, telles que des hélices. A divers niveaux, les débris végétaux à peine altérés sont si abondants que la masse prend l'aspect tourbeux. Les fouilles ont montré qu'à l'époque dont il s'agit les terres noires étaient traversées, en face de la rue du Temple, par un égout.

» Les argiles palustres sont séparées de la surface actuelle du sol par des remblais

(1) *Centralblatt für Bakteriologie*, 30 mai 1900.

dans la composition desquels sont intervenus les matériaux les plus hétérogènes. Les plâtras y dominent, avec des débris calcaires et des terres plus ou moins sableuses, et dans le tout sont disséminés des restes d'animaux, comme des cornes et des os de ruminants, des fragments de cuir et d'autres résidus.

» On sait qu'en 1670 on a comblé les anciens fossés établis le long des remparts, qui sont devenus le boulevard Saint-Martin, à l'aide des matériaux de démolition provenant du voisinage. C'est aux plâtras qu'il faut attribuer l'origine du soufre mis au jour en ce moment, et à ce sujet, il convient de rappeler que M. Daubrée a signalé en 1881 ([1]) la trouvaille de soufre cristallisé au sein des vieux plâtras enfouis dans la rue Meslay et sur la place de la République.

» Le fait actuel se rattache évidemment à celui-là; mais concernant des roches plus profondes, il vient y ajouter des particularités nouvelles. En effet, ce n'est plus dans la substance artificielle des plâtras que le soufre s'est constitué, mais dans des couches normales déposées au fond d'une pièce d'eau où vivaient toute une faune et toute une flore. Jusqu'à la fin du XVII[e] siècle, ces dépôts n'avaient rien qui pût les distinguer des formations lacustres ordinaires. C'est à partir de cette époque que les eaux d'infiltration, se chargeant de sulfate de chaux dans les régions superficielles du sol, ont imprégné les vases sous-jacentes d'une matière saline sur laquelle les substances organiques ont exercé leur influence réductrice. Il a suffi de deux siècles de cette action pour que les géodes de soufre aient acquis les dimensions que nous observons.

» C'est un exemple de l'activité avec laquelle des changements peuvent se déclarer au sein d'une formation déjà constituée et lui donner des caractères à la production desquels les conditions du milieu générateur initial ont été étrangères. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Théorie générale de l'action de quelques diastases.* Note de M. Victor Henri, présentée par M. Roux.

« Les actions diastasiques diffèrent par beaucoup de points des actions produites par les acides; plusieurs auteurs, MM. Duclaux, Tammann, Brown, etc., en ont déduit que les lois de la Chimie générale et avant tout la loi de l'action des masses de Berthollet, Guldberg et Waage n'étaient pas applicables aux réactions diastasiques. J'ai repris l'étude de cette question pour l'invertine, l'émulsine et l'amylase.

» Voici d'abord les principaux résultats expérimentaux qui doivent servir de point de départ :

» 1° Lorsque l'on étudie la vitesse d'inversion du saccharose (c'est-à-dire le nombre de grammes intervertis par minute), produite par une même quantité d'invertine dans des solutions de concentrations croissantes en saccharose, on trouve que

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 101 et 1440.

cette vitesse augmente d'abord avec la concentration pour les solutions diluées (au-dessous de 0,1 normale), mais qu'à partir d'une certaine concentration moyenne (environ 0,1 normale) la vitesse d'inversion est presque indépendante de la concentration en sucre;

» 2° Le résultat est exactement le même pour l'action de l'émulsine sur la salicine et pour l'action de l'amylase sur l'amidon ou sur la dextrine;

» 3° La vitesse de la réaction est, pour l'invertine, l'émulsine et l'amylase, proportionnelle à la quantité de ferment;

» 4° L'addition de sucre interverti à un mélange de saccharose et d'invertine ralentit la réaction. Pour l'addition d'une même quantité de sucre interverti, le ralentissement est d'autant plus faible que la concentration en saccharose est plus grande. Ce ralentissement est produit presque uniquement par le lévulose contenu dans le sucre interverti; ce résultat est à rapprocher du fait que l'invertine agit sur les sucres qui donnent par hydrolyse le lévulose.

» 5° Lorsqu'on ajoute une certaine quantité de saligénine + glucose à un mélange de salicine et d'émulsine, la vitesse de la réaction est diminuée, et cette diminution est d'autant plus forte que la quantité de salicine est plus faible.

» Le résultat est le même si, à un mélange d'amidon + amylase, on ajoute les produits de l'hydrolyse de l'amidon.

» 6° Si l'on étudie la marche de l'inversion d'une certaine quantité de saccharose par l'invertine depuis le début jusqu'à la fin, on trouve que la réaction se produit suivant une loi plus rapide que dans le cas des acides.

» 7° La vitesse d'hydrolyse de la salicine par l'émulsine se produit plus lentement que d'après la loi des acides.

» 8° La vitesse d'hydrolyse de l'amidon par l'amylase du malt et par l'amylase du suc pancréatique se produit suivant une loi très voisine de la loi logarithmique des acides.

» En étudiant les résultats de mes expériences sur l'invertine [1], M. Bodenstein, auquel je dois un grand nombre de conseils précieux, proposa une première interprétation de l'action de l'invertine. D'après lui, l'activité du ferment est influencée par le saccharose et par le sucre interverti; l'action inhibitrice produite par le saccharose est plus forte que celle du sucre interverti. Si, à un moment donné, on a dans la solution $a-x$ saccharose et x sucre interverti, l'activité du ferment F est diminuée dans la proportion $m(a-x)+nx$, où m et n sont deux constantes.

» La vitesse de la réaction étant proportionnelle à la quantité de saccharose, c'est-à-dire à la valeur $a-x$, et à l'activité du ferment, laquelle est égale à $\frac{F}{m(a-x)+nx}$, on obtient, pour l'expression de la vitesse,

$$\frac{dx}{dt} = K_1 \frac{F}{m(a-x)+nx}(a-x).$$

---

[1] V. Henri, *Ueber das Gesetz der Wirkung des Invertins* (*Zeit. physik. Chemie*, 1901).

d'où l'on déduit pour la constante K_1 l'expression

$$K_1 = \frac{a}{t}\left[\frac{m-n}{a}x + n\log\frac{a}{a-x}\right].$$

» Dans le cas de l'invertine, en posant $m=2$ et $n=1$, on trouve pour K_2 des valeurs qui restent constantes, d'une part, depuis le début jusqu'à la fin d'une réaction et, d'autre part, lorsque l'on compare les réactions pour des solutions de différentes concentrations en saccharose, qui sont *comprises entre* 0,1 *normale et* 0,5 *normale.*

» Mais, pour les solutions diluées, pour lesquelles les lois de la Chimie physique s'appliquent le mieux, la formule de M. Bodenstein fait défaut.

» *Théorie.* — Supposons que nous ayons un mélange d'une quantité $a-x$ du corps à transformer (saccharose ou salicine) et d'une quantité x des produits de l'hydrolyse; à ce mélange nous ajoutons la quantité Φ de diastase.

» Je suppose qu'une partie z de ce ferment se combine avec une partie du corps à dédoubler; qu'une autre partie y du ferment se combine avec une partie des produits de l'hydrolyse; et enfin qu'il reste une portion X du ferment qui reste libre. Je suppose, en plus, que ces combinaisons se produisent suivant la loi de l'action des masses. On obtient ainsi les trois équations suivantes :

$$(a-x)X = \frac{1}{m}z, \qquad xX = \frac{1}{n}y, \qquad \Phi = X + y + z.$$

» De ces équations on déduit les valeurs de X et de z.

» Deux hypothèses différentes peuvent être faites :

» 1° On peut supposer que c'est la partie du ferment non combiné X qui agit sur les corps à dédoubler; dans ce cas la vitesse de la réaction est proportionnelle à **X** et à $a-x$; donc on a

$$\frac{dx}{dt} = \frac{K\Phi(a-x)}{1+m(a-x)+nx}. \tag{1}$$

» 2° On peut supposer, au contraire, que la combinaison z entre le corps à dédoubler et le ferment est une combinaison intermédiaire instable, qui se décompose en régénérant une partie du ferment. Dans ce cas la vitesse de la réaction sera proportionnelle à la quantité de cette combinaison z; donc on aura

$$\frac{dx}{dt} = \frac{K\Phi(a-x)}{1+m(a-x)+nx}. \tag{2}$$

Il est remarquable que ces deux hypothèses différentes conduisent à la même loi.

» L'expression (1) contient deux constantes m et n caractéristiques du ferment et des conditions de température et de milieu; une fois les valeurs de ces constantes choisies on devra obtenir pour K la même valeur pendant toute la durée d'une réaction et quelles que soient les concentrations des corps à dédoubler et des produits de l'hydrolyse.

» L'étude des résultats expérimentaux de plusieurs centaines de séries donne des résultats très satisfaisants pour l'invertine et l'émulsine.

» *Exemples :*

1[er] *mai* 1902. — *Inversion du saccharose par l'invertine.*

Concentrations de saccharose.	0,01 n.	0,025 n.	0,05 n.	0,1 n.	0,25 n.	0,5 n.	1 n.
Valeurs de K_1 (Bodenstein)..	100	243	358	513	650	650	545
Valeurs de K...............	852	910	955	1026	1073	1004	829

11 *janvier* 1901. — *Action de l'invertine sur le saccharose plus sucre interverti.*

Concentrations.	0,1 n.	0,1 n.+0,1 n.s.i.	0,2 n.	0,3 n.	0,2 n.+0,3 n.s.i.	0,3 n.+0,2 n.s.i.	0,5 n.
Valeurs de K...	948	992	996	931	923	960	950

8 *mai* 1902. — *Inversion du saccharose par l'invertine.*

Concentrations.....	0,025 n.	0,05 n.	0,1 n.	0,2 n.	0,5 n.
Valeurs de K........	107	119	111	101	95

10 *octobre* 1902. — *Hydrolyse de la salicine par l'émulsine.*

Concentrations de salicine.....	0,14 n.	0,105 n.	0,07 n.	0,035 n.
Valeurs de K................	231	245	245	269

M. **L. Gossuin** adresse, par l'entremise de M. Mascart, une Note annonçant qu'une secousse de tremblement de terre s'est produite à Busselino le 21 novembre à 9^h du matin (heure d'Italie), et a duré 4 à 5 secondes.

M. **R. Sberra** adresse, de Montevideo, une Note écrite en espagnol et relative à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **A. Dubois** adresse une Note « Sur la production du rubis par fusion ».

M. **Aug. Coret** adresse deux Notes, sur un mode de suspension du pendule, et sur un projet de pendule de Foucault « à force vive ».

(Renvoi à l'examen de M. Léauté.)

A 4 **heures** l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Faye* :

En première ligne . . . . M. **Bigourdan.**

En seconde ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **Andoyer, Deslandres, Hamy, P. Puiseux.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 27 octobre 1902.)

Note de M. *Blondlot*, Sur la vitesse de propagation des rayons X :

Page 667, ligne 1, *au lieu de* 8^{cm} de diamètre, *lisez* 8^{mm} de diamètre.

Note de M. *A. Guilliermond*, Observations sur la germination des spores du *Saccharomyces Ludwigii* :

Page 709, lignes 5 et 6, *au lieu de* M. le professeur Momsen, *lisez* M. le professeur Hansen.

Même page, lignes 9 et 10, *au lieu de* sporulait très difficilement, *lisez* sporulait très facilement.

(Séance du 3 novembre 1902.)

Note de M. *Blondlot*, Sur l'égalité de la vitesse de propagation des rayons X et de la vitesse de la lumière dans l'air :

Page 724, ligne 11, *au lieu de* détonateur, *lisez* résonateur.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1902,

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la température d'inflammation et sur la combustion, dans l'oxygène, des trois variétés de carbone.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La destruction régulière et continue des matières organiques, c'est-à-dire des matières carbonées qui nous entourent, a depuis longtemps frappé l'attention des savants. L'action microbienne est une cause permanente de cette destruction, mais, d'après certains faits, il semble aussi que cette transformation puisse se produire grâce à un simple phénomène chimique d'oxydation lente. Nous avons pensé que, pour aborder l'étude de cette question, il fallait tout d'abord envisager quelle était l'action de l'oxygène sur les trois variétés de carbone.

» Dans des expériences entreprises en 1893 sur la combustion du diamant dans l'oxygène (¹), nous avons remarqué que le dégagement d'acide carbonique précédait le phénomène de l'inflammation du carbone.

» Ces expériences touchent à l'importante question des relations entre les vitesses de réaction et la température.

» Depuis longtemps, les chimistes ont reconnu que les réactions, possibles à la température ordinaire, s'arrêtent lorsque cette température s'abaisse. Les travaux de Dumas, de M. Pictet, de MM. Dorn et Wöllmer établissent ce fait avec netteté. Nous avons démontré en collaboration avec M. Dewar que le plus actif de tous les corps simples, le fluor, n'atta-

---

(¹) H. Moissan, *Sur quelques propriétés nouvelles du diamant* (*Comptes rendus,* t. CXVI, 1893, p. 460).

quait plus le silicium, le phosphore, le carbone et le mercure, à la température de -210° [1]. Si l'on s'élève au-dessus de cette température, les corps entrent en réaction, et, dans un certain nombre de cas, il se produit une inflammation dont la température exacte est assez difficile à déterminer.

» En effet, pour étudier cette question d'une façon aussi complète que possible à une pression constante, il faut tenir compte de l'état physique des corps réagissants et du rôle si grand des impuretés. Nous rappellerons, à ce propos, les importantes recherches de M. Van't Hoff, de MM. Mallard et Le Chatelier, de Victor Meyer, de MM. Armand Gautier et Hélier et enfin de M. Berthelot. Cette question de la température d'inflammation a été indiquée d'une façon magistrale dans les études de Bunsen [2] sur les phénomènes de combustion des gaz, et l'importance de la pression sur la combustion lente a été mise en évidence par les belles expériences de M. Joubert sur la phosphorescence [3]. Dans toutes nos recherches il n'est question que de la température d'inflammation et jamais de la température de combustion.

» *Combustion du diamant dans l'oxygène.* — Le diamant était placé au milieu d'un tube de porcelaine de Berlin traversé par un courant d'oxygène pur et sec. Une pince thermo-électrique de Le Chatelier était en contact avec le diamant sur un petit support de porcelaine fixé au milieu du tube. L'appareil, dont nous donnerons la description complète aux *Annales de Chimie et de Physique*, était chauffé sur une grille à gaz. Le volume de ce tube de porcelaine était d'environ 100^{cm^3}. Il était fermé par deux ajutages cylindriques de verre qui portaient perpendiculairement à l'axe une lamelle à faces parallèles permettant de voir nettement le diamant au milieu de l'appareil. Enfin, un tube de verre latéral amenait le courant gazeux dans un petit barboteur à eau de baryte. Le débit du courant d'oxygène sec était d'environ 1^{l} en 10 minutes. L'oxygène employé dans cette expérience renfermait de 1,5 à 1,8 d'azote. Il était séché par son passage dans une série de tubes en U remplis les uns de potasse, les autres de baryte caustique. Au préalable, il traversait un petit barboteur à eau de baryte qui servait de témoin et devait rester limpide pendant toute la durée de l'opération.

---

(1) Moissan et Dewar, *Sur la liquéfaction du fluor* (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1202; et t. CXXV, 1897, p. 505).

(2) Bunsen, *Méthodes gazométriques. Phénomènes de combustion des gaz.*

(3) Joubert, *Annales de l'École Normale*, t. III, 1874, p. 209.

» Un diamant transparent du Cap, du poids de 162mg, a été chauffé dans ces conditions. La température s'élevait lentement, et, après 15 minutes de chauffe à 710°, l'eau de baryte ne s'était pas troublée. En continuant à élever la température, on reconnut nettement qu'à 720° il se produisait un très léger louche indiquant la formation d'une petite quantité d'acide carbonique. Ce louche continue à augmenter, mais avec lenteur, à 730°, puis à 740° et 750°, sans que le diamant ait commencé à brûler. Ce diamant était de la même couleur que le tube chauffé et n'était entouré d'aucune flamme. En continuant à élever progressivement la température donnée par la pince thermo-électrique, il est facile d'arriver jusqu'à 790°, où, dès lors, le dégagement de l'acide carbonique est assez abondant sans que le carbone présente le phénomène de l'incandescence. En continuant encore à élever la température, on voit tout d'un coup, à 800°, le diamant s'entourer d'une flamme, devenir incandescent, atteindre avec rapidité le blanc éblouissant, et, dès lors, le dégagement de l'acide carbonique est beaucoup plus rapide.

» A partir de ce moment, même si l'on éteint la grille, le dégagement de chaleur produit par la combustion rapide du diamant dans l'oxygène est suffisant pour que l'opération se continue jusqu'à la destruction complète du carbone.

» Cette expérience a été répétée un grand nombre de fois, et les résultats ont été toujours les mêmes. En faisant varier les échantillons, la température d'inflammation peut s'élever plus ou moins, atteindre 820° à 850°, indiquant par là l'existence de plusieurs variétés de diamant, mais la réaction vive est toujours précédée d'une réaction lente qui se produit à 100 ou 150° avant la température d'incandescence.

» Nous avons pu encore démontrer cette réaction lente en maintenant, pendant 4 heures, un diamant du poids de 0g,1096 dans un courant d'oxygène à 780°, c'est-à-dire à une température inférieure de 20° à sa température d'inflammation. Dans ces conditions, ce diamant a perdu, sous forme d'un lent dégagement d'acide carbonique, 41,24 pour 100 de son poids, sans devenir incandescent.

» Nous avons cherché, de plus, si, dans la réaction lente ou dans la réaction vive de l'oxygène sur le diamant, il se formait, au moment de la combustion, une dépolymérisation, et si le diamant présentait des plages noires d'une autre variété de carbone. Nous n'avons jamais pu saisir la transformation du diamant en une autre variété de carbone, soit en produisant une combustion incomplète, soit en laissant tomber brusquement

un diamant incandescent dans de l'eau froide. Du reste, dans les conditions où nous opérions, nous maintenions toujours le diamant en présence d'un grand excès d'oxygène, et il nous paraît difficile que la production d'une autre variété de carbone, plus facilement combustible que le diamant, pût être décelée dans cette expérience.

» *Combustion du graphite.* — Cette combustion a été reproduite dans les mêmes conditions que la précédente. Le premier échantillon que nous avons étudié était un graphite de synthèse très bien cristallisé, produit par l'action du silicium en fragments sur une fonte de fer riche en carbone maintenue liquide dans notre four électrique ([1]).

» Par une élévation graduelle de température, ce graphite a commencé à produire un louche très faible dans l'eau de baryte à la température de 570°. La quantité d'acide carbonique produit est devenue plus abondante à 600°, et le graphite est devenu subitement incandescent à 690°. A cette température, l'incandescence est très vive et la combustion violente.

» L'expérience a été répétée quatre fois sur cet échantillon, et les résultats sont concordants. Ici encore, combustion lente s'accusant par un dégagement très faible d'acide carbonique à une température inférieure de 120° au point d'inflammation.

» Une autre expérience a été faite avec un échantillon de graphite préparé de la façon suivante : Un diamant de 310^{mg} a été chauffé dans un petit creuset de graphite pur, muni de son couvercle, au moyen d'un courant de 1000 ampères sous 60 volts. Dans ces conditions, le diamant se transforme entièrement en graphite. Ce dernier avait une densité de 2,25; par sa combustion dans un courant d'oxygène sec, il a commencé à donner des traces d'acide carbonique à la température de 510°. Sa température d'incandescence a été trouvée égale à 690°.

» L'incandescence, c'est-à-dire la réaction vive, est donc précédée d'une réaction lente qui se produit au moins à 180° du point d'inflammation.

» *Combustion du carbone amorphe.* — Nous avons choisi comme échantillon de carbone amorphe une braise de boulanger obtenue au moyen de bois de bouleau. Cette variété de carbone est produite par une combustion aussi complète que possible; de plus, la température à laquelle elle a été formée n'a pas été trop élevée. Nous évitons ainsi une trop grande poly-

---

([1]) H. Moissan, *Déplacement du carbone par le bore et le silicium dans la fonte en fusion* (*Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 1172).

mérisation du carbone mise en évidence dans les importantes recherches de M. Berthelot sur ce sujet.

» Si l'on chauffe cette braise, telle quelle, dans un courant d'oxygène sec ou humide, dès la température de 100° à 110°, on recueille de l'acide carbonique. Mais, selon nous, l'expérience n'est pas concluante, parce que cette variété de carbone est poreuse et retient physiquement un assez grand volume d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

» Nous avons donc commencé par chauffer cette braise dans une étuve à huile pendant 12 heures à la température de 160°. On l'a laissée ensuite refroidir sous une cloche pleine d'air en présence d'anhydride phosphorique. La braise, placée alors dans un tube de verre, a été soumise à l'action du vide, pendant plusieurs heures, au moyen d'une bonne trompe de Berlemont à trois chutes. On recueille, dans ces conditions, un mélange gazeux contenant de l'acide carbonique.

» La braise était portée ensuite à la température de 400° et l'on obtenait, en faisant le vide, une nouvelle quantité de gaz qui, pour 100, avait la composition suivante : acide carbonique 62,50, oxyde de carbone 31,43, oxygène 2,85, azote 2,90. Nous nous sommes assuré, par l'analyse eudiométrique, que cet azote ne renfermait que des traces d'hydrogène. Cette expérience était poursuivie jusqu'à ce que le charbon ne dégage plus aucun gaz.

» Ainsi préparée, cette braise était placée dans un tube en U en verre qui pouvait être chauffé extérieurement par un bain-marie à température constante ([1]). Pour être bien certain que la braise n'avait entraîné aucun gaz, on faisait le vide dans l'appareil à la température de 200°, puis on laissait refroidir le carbone dans le vide. Ce tube en U était rempli d'oxygène pur et sec, et mis ensuite en communication avec un barboteur renfermant de l'eau de baryte. Nous faisions enfin passer dans l'appareil un courant d'oxygène sec.

» Si l'on élève lentement la température, l'eau de baryte reste absolument limpide à 200°, et l'on ne voit se produire un léger trouble que lorsque la braise est portée à 230°. Ici encore la réaction lente se manifeste bien avant l'incandescence. Par des élévations de température lentes et successives, le dégagement d'acide carbonique augmente et l'inflammation se produit à 345°. L'expérience a été répétée plusieurs fois.

([1]) Nous avons employé dans ces expériences un bain d'huile et des bains de nitrates.

» Nous avons aussi, de même que pour le diamant, brûlé 0,0045 de braise dans l'oxygène sec à une température de 330° sans qu'il y eût le moindre phénomène d'incandescence. Mais la formation d'acide carbonique est, dans ce cas, très faible et cette réaction lente a exigé 44 heures.

» Toutes ces expériences établissent donc que la combinaison des différentes variétés de carbone, avec l'oxygène, se produit d'une façon lente bien avant la température d'inflammation.

» Il était vraisemblable que le temps devait intervenir dans la réaction, ainsi que MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles l'ont démontré dans leurs beaux travaux sur l'éthérification ([1]). Nous avons donné alors à nos expériences une autre forme.

» Nous avons placé cette braise de boulanger, chauffée dans le vide avec les précautions que nous avons indiquées précédemment, dans un tube de verre scellé en présence d'oxygène sec ou humide. Nous disposions de $0^{g},4$ à $0^{g},5$ de braise en présence de 25^{cm^3} à 35^{cm^3} d'oxygène. Au moment où le tube était scellé, on prenait la tension du gaz, de façon à déterminer approximativement la pression pour la température à laquelle le tube scellé devait être porté.

» Nous avons ainsi préparé une série de soixante tubes qui ont été maintenus à des températures différentes pendant des temps variables. Nous avions dans ces tubes un système hétérogène formé de gaz et d'un solide poreux, et nos expériences ne pouvaient avoir d'autre prétention que de déterminer la température inférieure à laquelle l'acide carbonique peut se produire dans ces conditions. Un certain nombre de ces tubes ont été maintenus à la température ordinaire, à l'obscurité, et, en recueillant les gaz à la trompe après une année, nous n'avons pas rencontré d'acide carbonique pouvant être décelé par l'eau de baryte.

» Une série de tubes maintenus à la lumière solaire, pendant le mois de septembre et à la température ordinaire, ne nous a pas donné trace de réaction lente.

» Il en a été de même pour les tubes maintenus, pendant 300 heures, à la température de 50°. Mais, au contraire, les tubes qui contenaient de la braise en présence d'oxygène, soit sec, soit humide, maintenus à la température de 100° pendant 140 heures, nous ont donné un louche net avec

---

([1]) Berthelot et Péan de Saint-Gilles, *Recherches sur les affinités : De la formation et de la décomposition des éthers* (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 3e série, t. LXV, 1862, p. 385, et t. LXVI, 1863, p. 5).

l'eau de baryte indiquant la formation d'une petite quantité d'acide carbonique. Et, si nous élevons légèrement la température au-dessus de 100°, nous voyons, entre 104° et 110°, l'acide carbonique augmenter lentement, mais nous fournir déjà, après 200 heures, une proportion de 10 pour 100 d'acide carbonique par rapport au volume total. Cette combustion lente se poursuit de même à des températures plus élevées, et à 198° après 24 heures il s'est formé une proportion de 50 pour 100 d'acide carbonique.

» Les résultats sont identiques pour la braise de boulanger et l'air atmosphérique. A une température de 104°, après 264 heures, nous avons trouvé une quantité d'acide carbonique de 4,44 pour 100.

» Si nous employons une autre variété de carbone tel que le noir d'acétylène que nous avons étudié précédemment dans nos recherches sur les carbones amorphes, nous reconnaissons que cette variété, déjà plus polymérisée, ne fournit lentement des traces d'acide carbonique en présence de l'oxygène humide en tube scellé qu'à une température de 150°.

» Ce noir d'acétylène, chauffé dans un courant d'oxygène sec au moyen de l'appareil décrit précédemment, donnait visiblement des traces d'acide carbonique à 240° et ne devenait incandescent qu'à 635°.

» L'eau intervient dans nos expériences d'une façon très nette pour aider à l'oxydation. La surface du charbon intervient aussi, et l'oxydation est d'autant plus prononcée que le charbon est en poudre plus fine.

» A la température de 100° et à une pression voisine de la pression atmosphérique, la braise de boulanger sèche ou humide commence à brûler lentement dans l'oxygène en donnant des traces d'acide carbonique. Cette production d'acide carbonique, d'une excessive lenteur au début, augmente avec le temps sans que nous puissions dire d'après nos expériences si elle atteint une limite. Dès que la quantité d'acide carbonique augmente et devient égale à 2 ou 3 pour 100, nous avons pu établir que ce gaz est toujours accompagné d'une petite quantité d'oxyde de carbone. Ce dernier composé semble bien se produire par combustion lente, car, à 200°, après 72 heures de contact avec de l'acide carbonique, notre braise n'a pas fourni trace d'oxyde de carbone.

» Ces recherches établissent aussi que les combustions lentes des différentes variétés de carbone amorphe impures peuvent s'expliquer par une simple oxydation à l'air. M. Berthelot a déjà appelé l'attention sur ce phénomène à propos des charbons employés dans la fabrication de la poudre (1).

(1) Berthelot, *Sur la force des matières explosives*, 3e édition, t. II, p. 282.

» En résumé, dans toutes ces expériences, la combustion vive des différentes variétés de carbone dans l'oxygène se produit à des températures qui vont en augmentant avec le degré de polymérisation du carbone.

» Les diamants deviennent incandescents dans l'oxygène de 800° à 875°, les graphites aux environs de 650° à 700°, les carbones amorphes entre 300° et 500° (1); mais chacune de ces réactions vives est précédée d'une réaction d'autant plus lente que la température s'éloigne davantage du point d'inflammation. La braise de boulanger, en particulier, peut brûler très lentement dans l'oxygène sec ou humide sous une tension voisine de la pression atmosphérique à la température de 100°. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'adrénaline.* Note de MM. **Ch. Bouchard** et **Henri Claude**.

« Les remarquables propriétés de l'adrénaline, comme agent de vasoconstriction, assurent à ce corps une place au premier rang des substances de notre arsenal thérapeutique dont l'efficacité est incontestée. A côté des applications qui ont été faites de l'adrénaline dans l'hémostase, on tend de plus en plus à l'utiliser dans la médication interne, et, à ce point de vue, il était utile de connaître les effets de l'absorption d'un produit dont l'activité est vraiment remarquable. Voici, brièvement résumées, quelques-unes des expériences que nous avons faites pour étudier la toxicité de l'adrénaline :

» *Expérience I.* — Lapin de $1^{kg},880$, reçoit à $4^h 39^m$, dans la veine de l'oreille, 1^{cm^3} 85 d'une solution d'adrénaline à $\frac{1}{5000}$; paralysie des membres postérieurs à $4^h 44^m$, convulsions cloniques et opisthotonos à $4^h 46^m$, dilatation pupillaire, écume sanguinolente, mort à $4^h 49^m$. Autopsie : poumons remplis d'une sérosité sanguinolente, infarctus; cœur dilaté; les ventricules cessent de battre seulement à $5^h 8^m$, et les oreillettes à $6^h 30^m$. Ecchymoses sous le péricarde et dans la capsule surrénale droite. Viscères anémiés.

» *Expérience II.* — Lapin de $1^{kg},830$, reçoit, à $5^h 13^m$, dans la veine, 4^{cm^3} de solution à $\frac{1}{5000}$ d'adrénaline, mort à $5^h 18^m$, après avoir présenté les mêmes accidents et, à l'autopsie, les mêmes lésions.

» *Expérience III.* — Lapin de $1^{kg},770$, reçoit $0^{mg},1$ par kilogramme sous la peau, le 29 octobre. Accidents parésiques légers, se remet et reçoit le 6 novembre $0^{mg},5$ par kilogramme. Il ne meurt que dans la nuit. A l'autopsie, cœur en diastole, infarctus et œdème pulmonaire, ischémie viscérale.

---

(1) Dans des recherches antérieures nous avons déterminé la température d'inflammation du noir de fumée (*Le four électrique : Étude du carbone amorphe*, p. 58).

» *Expérience IV.* — Lapin de 2kg,650, reçoit 0mg,2 d'adrénaline par kilogramme dans la veine. Mort au bout de 10 minutes avec les mêmes accidents.

» *Expérience V.* — 15 novembre. Un lapin A de 1kg,650 reçoit 0mg,1 par kilogramme dans la veine. Légère parésie des membres postérieurs, se rétablit bien. Lapin B, poids 2kg, reçoit 0mg,1 par kilogramme sous la peau. Lapin C, poids 1kg,870, reçoit 0mg,1 par kilogramme dans le péritoine. Ces deux derniers ne présentent aucun accident immédiat.

» Le 16 novembre, les lapins A et B sont bien portants, le lapin C également, mais son urine contient du sucre.

» Le 18 novembre, le lapin A supporte bien l'injection intra-veineuse de 0mg,2 par kilogramme; après une parésie passagère, il reprend son état normal. Les lapins B et C, auxquels on a injecté de même 0mg,2 par kilogramme sous la peau et dans le péritoine, ne présentent aucun accident; le lendemain le lapin C a de nouveau du sucre. Cette glycosurie n'est plus constatée dans les urines du 19.

» Le 22, nouvelles injections de 0mg,3 par kilogramme dans les mêmes conditions aux trois animaux. Mais, le lendemain, B et C ont beaucoup de sucre dans leurs urines; le 24 le sucre a disparu.

» Le 25 on injecte 0mg,4 au lapin A, qui offre une légère parésie et se remet, et à B et C 0mg,5 par kilogramme. Le lendemain, le lapin B (voie sous-cutanée) présente seul de la glycosurie.

» *Expérience VI.* — Le 22 novembre on fixe à la paroi abdominale la vessie d'un lapin de 2kg,18. On l'ouvre pour recueillir les urines complètement; puis on injecte dans le péritoine 0mg,2 par kilogramme; on prélève quelques gouttes d'urine dans la vessie toutes les 10 minutes. A la troisième prise, c'est-à-dire moins d'une demi-heure après l'injection, la présence de sucre est constatée dans l'urine. Le glycose apparaît donc entre 20 minutes et une demi-heure après l'injection intra-péritonéale.

» Plusieurs faits se dégagent de ces expériences :

» 1° *Dose mortelle pour le lapin de l'adrénaline injectée en solution dans les veines.* — Si l'on se reporte aux cinq expériences dans lesquelles la solution d'adrénaline a été injectée directement dans la veine, on voit que l'on a déterminé rapidement la mort de l'animal avec 0mg,5 d'adrénaline (expér. II) par kilogramme, et même 0mg,2 (expér. I). D'autre part nous avons vu l'animal survivre après l'injection de 0mg,1 par kilogramme (expér. V). La dose mortelle paraît donc être intermédiaire entre 0mg,1 et 0mg,2 par kilogramme.

» 2° *Causes de la mort dans l'intoxication adrénalique.* — La mort paraît due à deux ordres de causes : *troubles nerveux* dont l'expression la plus simple est la parésie des membres postérieurs qu'on observe pendant quelques minutes chez les animaux qui survivent, et dont l'expression la plus élevée est représentée par ces convulsions cloniques et toniques avec opisthotonos et mydriase que nous avons notées dans l'expérience I; *troubles*

cardio-pulmonaires caractérisés par une respiration accélérée tout d'abord, puis très ralentie aux approches de la mort; la production d'un œdème pulmonaire signalé par un peu d'écume et de bave, dans les cas où les symptômes sont seulement ébauchés, par le rejet d'une quantité considérable d'écume rosée sanguinolente dans les cas rapidement mortels. A l'autopsie, les poumons sont roses, distendus par cette mousse sanguinolente et couverts d'infarctus; les plèvres contiennent souvent du sang. Le cœur est dilaté et reste en diastole animé de contractions longtemps persistantes.

» Les autres lésions de moindre importance sont les ecchymoses péricardiques, diaphragmatiques et des capsules surrénales; enfin l'état d'anémie très prononcé des différents viscères (estomac et intestin surtout) et la turgescence des gros vaisseaux veineux.

» 3° *Accoutumance au poison.* — Il est possible de diminuer la susceptibilité des animaux à l'adrénaline et de créer une accoutumance qui permet de supporter les doses toxiques. Dans l'expérience III, l'animal qui reçut le 29 octobre un peu moins de $0^{mg},10$ d'adrénaline sous la peau par kilogramme survécut sans présenter de symptômes, et huit jours plus tard on put lui injecter $0^{mg},5$ d'adrénaline par kilogramme dans la veine sans déterminer la mort immédiate comme dans l'expérience II. Il présenta la paralysie des quatre membres, mais n'eut pas de phénomènes d'œdème aigu du poumon et ne succomba que dans la nuit.

» L'expérience V est plus concluante. Le lapin A a reçu successivement à quelques jours d'intervalle $0^{mg},10$, puis $0^{mg},20$, puis $0^{mg},30$ et même $0^{mg},40$ par kilogramme sans présenter d'autres accidents qu'une parésie passagère, alors que la dose mortelle est entre $0^{mg},10$ et $0^{mg},20$.

» 4° *Différences d'action suivant la voie d'introduction du poison.* — Si l'on injecte sous la peau et dans le péritoine les mêmes quantités qui ont déterminé les accidents que nous connaissons après injection intra-veineuse, on n'observe ni troubles nerveux, ni troubles respiratoires, même à la dose de $0^{mg},5$ par kilogramme. Toutefois l'injection intra-péritonéale est suivie d'une glycosurie des plus manifestes, même après introduction de faibles doses, $0^{mg},10$ par kilogramme. Cette glycosurie semble apparaître, d'après l'expérience VI, dans laquelle l'urine a été recueillie de 10 minutes en 10 minutes, entre 20 minutes et 30 minutes après l'injection intra-péritonéale. La durée est plus difficile à préciser : d'après l'expérience VI, il n'y aurait plus de sucre 24 heures après, mais dans ce cas l'animal était dans des conditions pathologiques; d'après l'expérience V, le lapin C n'aurait plus eu de sucre dans ses urines que le surlendemain de l'injection.

» Enfin, l'introduction de l'adrénaline sous la peau, qui n'avait pas produit de glycosurie après l'injection de $0^{mg},1$, $0^{mg},2$, a déterminé une glycosurie manifeste après l'absorption de $0^{mg},5$ par kilogramme. Ajoutons encore que, dans la région où a été faite l'injection sous-cutanée, on voit apparaître une escharre sèche.

» L'apparition de la glycosurie après l'injection sous-cutanée d'adrénaline est favorisée par l'introduction antérieure de l'adrénaline par la voie péritonéale, intervention qui a déterminé une glycosurie transitoire.

» Deux lapins reçoivent la même quantité d'adrénaline par kilogramme; chez l'un, l'injection est faite sous le péritoine; chez l'autre, elle est pratiquée sous la peau; on observe pendant 24 heures une glycosurie marquée chez le premier, rien chez le second. Au bout de 2 jours, il n'y a plus de glycosurie ni chez l'un ni chez l'autre. On injecte alors une dose plus élevée, $0^{mg},25$ par kilogramme, par exemple, chez les deux lapins et sous la peau. Le lapin qui a déjà eu de la glycosurie antérieurement présente seul du sucre dans ses urines.

» D'autres expériences en cours nous ont montré que les animaux qui ont eu cette glycosurie après l'injection intra-péritonéale répétée à doses croissantes pendant quelques jours, n'ont plus de sucre dans les urines lorsqu'on injecte plusieurs fois de suite la même quantité d'adrénaline.

» Tels sont les premiers résultats des recherches que nous poursuivons sur les propriétés de l'adrénaline. »

PHYSIOLOGIE. — *Le cœur à l'état normal et au cours de la grossesse;* par MM. Ch. Bouchard et Balthazard.

« Le procédé de Guilleminot [1] permet d'obtenir sur l'écran fluorescent un tracé exact de la projection orthogonale du cœur à l'aide des rayons X. Ce tracé est reporté à l'aide d'un papier calque sur une feuille de papier, et l'aire est évaluée en centimètres carrés à l'aide du planimètre d'Amsler.

» 49 sujets normaux ont été examinés : 13 hommes, 36 femmes dont 9 enceintes. La moyenne de la surface du cœur chez ces sujets est de $81^{cm^2},5$; le plus petit cœur a une surface de 66^{cm^2}; le plus grand, de $104^{cm^2},5$.

» Réservant les femmes enceintes, la moyenne de la surface du cœur

[1] *Comptes rendus*, 23 juin 1902.

chez l'homme est de $89^{cm^2},5$ avec des écarts de 78^{cm^2} à $104^{cm^2},5$; de 76^{cm^2} chez la femme avec des écarts de 66^{cm^2} à 96^{cm^2}.

» La petitesse du cœur chez la femme pourrait être rapportée à une influence de sexe; en réalité, elle dépend de la taille plus petite, de la complexion plus grêle, de la musculature plus faible chez la femme que chez l'homme.

» Pour le démontrer, il suffit d'envisager les rapports $\frac{S}{H}$, $\frac{S}{T}$, $\frac{S}{P}$, $\frac{S}{A_N}$ de la surface du cœur à la taille, à la surface de section du thorax (¹), au poids et à l'albumine fixe normale. Les moyennes de ces valeurs ont été les suivantes :

	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.
	cm²				
Chez l'homme........	89,5	5,34	0,199	1,53	9,84
Chez la femme.......	76	4,92	0,213	1,48	9,49

» Comme on le voit, il est alloué pour chaque décimètre de taille une surface cardiaque moindre chez la femme que chez l'homme, $4^{cm^2},92$ au lieu de $5^{cm^2},34$. Mais les femmes examinées étaient, à taille égale, plus grêles que les hommes, et les différences disparaissent pour les rapports $\frac{S}{P}$, $\frac{S}{A}$, qui sont sensiblement égaux chez l'homme et chez la femme.

» L'examen du rapport $\frac{S}{T}$ montre qu'il est plus élevé chez la femme; c'est que chez elle le développement du thorax est relativement moindre que celui des organes abdominaux et du bassin. Une femme, comparée à un homme de même taille et de même poids, doit avoir la même surface cardiaque, bien que la surface thoracique soit plus faible et que le rapport $\frac{S}{T}$ soit plus élevé.

» Quant aux variations individuelles, elles portent également, et dans les mêmes limites relatives, sur S et sur les coefficients $\frac{S}{H}$, $\frac{S}{T}$, $\frac{S}{P}$, $\frac{S}{A_N}$; elles peuvent atteindre, pour chacune de ces valeurs, le quart de la valeur moyenne, et dans des cas exceptionnels la moitié de ces mêmes valeurs.

» La pression artérielle a été mesurée à l'aide de l'appareil de del Riva-

(¹) La surface de section frontale thoracique est représentée par le produit de la largeur du thorax au niveau de la pointe du cœur, mesurée sur l'écran radioscopique, par la distance de la fourchette sternale au diaphragme.

Rocci modifié, qui donne des valeurs un peu inférieures à celles que fournit le sphygmomanomètre de Potain. Cette pression a été en moyenne de $16^{cm},3$ chez l'homme comme chez la femme.

» Chez les femmes enceintes, les mêmes déterminations ont fourni les résultats suivants :

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.
$86^{cm^2},6$	5,50	0,225	1,45	10,00

» Ces nombres doivent être comparés à ceux qui ont été obtenus chez les femmes normales. La comparaison montre que la surface cardiaque est accrue en valeur absolue pendant la grossesse, qu'il en de même des rapports $\frac{S}{H}$ et $\frac{S}{T}$. Il n'en est plus de même du rapport $\frac{S}{P}$, qui n'a guère changé, et qui a même un peu diminué; c'est qu'en effet le poids de la femme a augmenté du poids du fœtus et de ses enveloppes, à peu près dans les mêmes proportions que la surface cardiaque, et même un peu plus vite. Par contre, l'albumine fixe correspondant au poids normal, A_N, n'a pas varié, aussi le rapport $\frac{S}{A_N}$ est-il nettement accru.

» L'examen des tracés chez les femmes enceintes montre au niveau du ventricule gauche une dépression ou encoche qui se substitue à la saillie habituellement observée; cette dépression paraît liée au relèvement de la pointe par l'abdomen distendu; elle est constante pendant la grossesse et ne se rencontre qu'exceptionnellement en dehors d'elle.

» La moyenne des pressions artérielles pendant la grossesse est de 16^{cm}, chiffre inférieur à la valeur trouvée chez les individus normaux.

» *En résumé*, chez les individus normaux, la surface de projection orthogonale du cœur est indépendante du sexe; elle s'accroît avec la taille, mais non proportionnellement. Elle dépend surtout du poids de l'albumine fixe des tissus, ou, ce qui chez les sujets normalement conformés est sensiblement la même chose, du poids du corps. Mais ces conclusions ne sont vraies que pour les valeurs extrêmes, et souffrent de nombreuses exceptions pour les valeurs rapprochées. Des sujets normaux de même taille, de même poids, peuvent présenter des surfaces cardiaques assez différentes; ce fait n'est pas indifférent au point de vue des prédispositions morbides.

» Il faut également tenir compte de la phase de croissance; chez les

enfants, le cœur est relativement beaucoup plus développé que chez les adultes. Cet organe semble avoir atteint son entier développement vers l'âge de 20 à 22 ans, tandis que le reste de l'organisme continue de s'accroître jusqu'à 30 ans.

» Chez les femmes enceintes, enfin, se manifeste une hypertrophie que l'on était en droit de suspecter, puisqu'en dehors de l'investigation clinique, jusqu'ici imparfaite, elle n'avait pu être étudiée qu'à l'autopsie; c'est seulement, par suite, dans des cas pathologiques qu'elle avait été constatée.

Hommes normaux : 13.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM} (¹).	
104,5	6,04	0,200	1,44	9,73	18	
92	6,01	0,189	2,35	13,23	15	
80,7	4,48	0,185	1,22	8,10	16	
78	5,	0,212	1,75	10,75	13	
84	5,15	0,194	1,55	10,62	16	
104	5,58	0,198	1,62	9,28	17	
80	5,63	0,300	1,84	15,22	14	Enfant 15 ans.
82	4,66	0,156	1,32	7,45	16	
82,7	5,07	0,161	1,14	8,32	18	
90,5	5,15	0,170	1,06	8,72	18	Enfant 15 ans.
93	5,43	0,221	1,55	8,10	16,5	
99	5,02	0,204	1,59	10,03	17	
93	5,41	0,195	1,50	8,46	17	
1163,4	69,43	2,585	19,93	128,01	211,5	
89,5	5,34	0,199	1,53	9,84	16,3	

» L'écart relatif entre les valeurs extrêmes de $\frac{S}{P}$ est $\frac{2,35 - 1,06}{1,53} = 0,842$,

» $\frac{S}{A}$ » $\frac{5,78}{9,84} = 0,585$

si l'on néglige la valeur 15,22 relative à un enfant de 15 ans.

» L'écart relatif sur $\frac{S}{H}$ est $\frac{6,04 - 4,48}{5,43} = 0,287$.

» Taille moyenne : 16,8.

(¹) P_{AM}, pression artérielle maxima.

Femmes normales : 27.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
72	4,80	0,215	1,53	8,96	18
96	6,27	0,214	1,68	11,80	17
94	5,98	0,202	1,44	9,58	22
87	5,40	0,217	1,45	8,48	16
87	5,65	0,243	1,72	10,50	13
85,5	5,37	0,236	1,49	9,20	18,5
83	5,42	0,219	1,38	9,85	16
79	5,03	0,238	1,79	11,62	15
76	5,00	0,204	1,52	9,32	17
75	5,06	0,236	1,60	10,80	13
75	4,83	0,228	1,34	8,89	19
74,5	4,90	0,180	1,52	9,75	18
73	4,42	0,154	1,29	7,34	14
72	4,93	0,226	1,62	10,18	16
72	4,68	0,179	1,33	9,24	16
70,5	4,73	0,210	1,46	10,30	15
70,5	4,41	0,188	1,47	7,80	15
70	4,57	0,171	1,64	8,32	20
69	4,31	0,183	1,21	8,30	14
69	4,45	0,243	1,64	9,86	15
69	4,48	0,190	1,44	9,10	16
67	4,53	0,246	1,45	9,38	18,5
66	4,28	0,173	1,37	7,87	16
66	4,48	0,252	1,52	9,72	18
86	5,58	0,261	1,51	11,50	16
70	4,43	0,248	1,43	9,49	14
76	4,81	0,199	1,29	9,20	16
2050,0	132,80	5,755	40,13	256,36	442,0
76	4,92	0,213	1,48	9,49	16,3

» L'écart relatif sur $\frac{S}{P}$ donne $\frac{1,79 - 1,21}{1,48} = 0,393$.

» $\frac{S}{A}$ » $\frac{11,80 - 7,34}{9,49} = 0,472$.

» $\frac{S}{H}$ » $\frac{6,27 - 4,28}{4,92} = 0,405$.

» Taille moyenne : 15,5.

Femmes enceintes non tuberculeuses : 9.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	Époque de la grossesse.
83,5	5,09	0,188	1,19	8,95	16	2 mois.
83,5	5,45	0,219	1,50	9,92	16	4 mois.
92,5	5,85	0,245	1,74	10,15	18	4 mois $\frac{1}{2}$.
77	5,10	0,233	1,85	9,45	15	5 mois $\frac{1}{2}$.
92	5,86	0,192	1,48	10,22	16	6 mois.
97,5	6,25	0,286	1,54	11,30	15	8 mois.
81,5	4,91	0,213	1,16	10,19	16	8 mois.
95	5,78	0,243	1,32	10,04	17	à terme.
77,5	5,20	0,208	1,25	9,80	14	à terme.
780,0	49,49	2,027	13,03	90,02	143	
86,6	5,50	0,2	1,45	10,00	16	

» Taille moyenne : 15,7. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations à propos des injections physiologiques;* par M. **Yves Delage.**

« Heidenhain, en 1874, a eu le premier l'idée d'injecter dans l'organisme des substances colorantes et d'observer le lieu où elles sont éliminées pour localiser avec plus de précision la fonction excrétrice. Cette idée a été reprise, quelques années plus tard, par Kovalevsky qui l'a appliquée à beaucoup d'Invertébrés, et, dans tous les pays, un grand nombre de travailleurs, imitant son exemple, ont soumis à ce genre d'expériences la plupart des types du règne animal.

» Le procédé consiste à injecter des substances colorantes, généralement le carminate d'ammoniaque et le carmin d'indigo : là où ces substances se localisent, on déclare qu'il y a excrétion ; là où elles n'apparaissent pas, on affirme que la fonction excrétrice fait défaut.

» Il y a là, à mon sens, un vice de raisonnement qui n'attire pas l'attention parce que, dans la plupart des Mémoires, l'induction fautive reste implicite, n'est pas formulée, mais qui apparaît nettement dès que l'on va au fond des choses.

» Le carminate d'ammoniaque, le carmin d'indigo et les autres sub-

stances usitées pour ces expériences ne sont pas des produits de l'excrétion normale. De ce que l'on a constaté chez bon nombre d'animaux que les unes ou les autres sont éliminées par des organes de l'excrétion normale, on n'a pas le droit de conclure qu'il en sera partout de même. Le fait que divers organes excrètent soit le carminate d'ammoniaque, soit le carmin d'indigo à l'exclusion l'un de l'autre, montre que tel parenchyme qui excrète une substance est sans action sur une autre. Dès lors, de quel droit admet-on *a priori* que telles cellules, parce qu'elles éliminent telles substances étrangères à l'organisme, artificiellement introduites, élimineront aussi des produits normaux très différents des précédents ; et, inversement, que, parce qu'elles n'éliminent pas les premières, elles seront sans action sur les derniers?

» On est arrivé à un tel abus que l'on considère aujourd'hui, sans autre vérification, comme organes excréteurs des parenchymes dépourvus de canal excréteur et ne faisant pas partie d'une surface libre, qui *fixent* simplement les matières colorantes injectées, sans les éliminer, en les comparant à un *rein d'accumulation*. Or toute la pratique des colorations vitales, pour ne rien dire des colorations histologiques sur tissus morts, prouve que l'affinité des divers protoplasmes et substances de l'organisme pour les diverses matières colorantes est surtout spécifique, que tel protoplasme qui fixe telle matière colorante ne fixe pas telle autre : dès lors, de quel droit conclure de ce qu'il fixe la première qu'il fixera aussi des substances excrémentitielles d'une nature toute différente? A ce compte, il faudrait dire que le système nerveux est excréteur parce qu'il fixe le bleu de méthylène!

» Ces réflexions m'ont paru utiles, non pour condamner la méthode précieuse des injections physiologiques, mais pour attirer l'attention sur l'abus que l'on commet en donnant, sans vérification, à ses résultats une extension qu'ils ne comportent pas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale de Laplace-Abel.* Note de M. G. MITTAG-LEFFLER.

« Soit

$$FC(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \dots$$

une série de puissances admettant le cercle de convergence C. La série

$$\overline{F}(x) = c_0 + \frac{c_1}{\lfloor 1}x + \frac{c_2}{\lfloor 2}x^2 + \dots$$

est alors toujours convergente et l'égalité

$$\mathrm{FB}(x) = \int_0^{\infty} e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(\omega x)\,d\omega$$

a lieu partout dans l'intérieur d'une certaine étoile B qui a été déterminée par M. Borel. M. Phragmén a montré que cette étoile est en même temps une étoile de convergence pour l'intégrale de Laplace-Abel

$$\int_0^{\infty} e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(\omega x)\,d\omega.$$

» Dans un Mémoire que je viens de publier [*Sur la représentation analytique d'une branche uniforme d'une fonction monogène*. Quatrième Note (*Acta math.*, t. XXVI)] j'ai montré qu'en s'aidant d'un paramètre positif α remplissant la condition $0 < \alpha \leqq 1$, on peut remplacer la fonction entière $\overline{\mathrm{F}}(\omega x)$ par une autre fonction entière plus générale $\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, \alpha)$ telle que $\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, 1) = \overline{\mathrm{F}}(\omega x)$, et qu'on obtient en même temps

$$\mathrm{FA}(x) = \lim_{\alpha=0} \int_0^{\infty} e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, \alpha)\,d\omega.$$

Cette égalité a lieu partout à l'intérieur de l'étoile A, qui est encore une étoile de convergence pour l'intégrale de Laplace-Abel modifiée

$$\lim_{\alpha=0} \int_0^{\infty} e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(x, \omega, \alpha)\,d\omega.$$

» Au moment de terminer mon travail, j'ai eu connaissance d'un beau résultat de M. Le Roy [*Sur les séries divergentes et les fonctions définies par un développemement de Taylor* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. II, année 1900, p. 322-328)], à savoir que l'égalité

$$\mathrm{FA}(x) = \lim_{t=1} \sum_0^{\infty} \frac{\Gamma(nt+1)}{\Gamma(n+1)}\, c_n x^n \qquad (t \text{ positif, réel, plus petit que } 1)$$

a lieu partout à l'intérieur de l'étoile principale A. En s'aidant de cette expression, on peut modifier (d'une autre manière que celle que j'ai employée dans ma Note 4) l'intégrale de Laplace-Abel, de manière à représenter la totalité de la branche fonctionnelle $\mathrm{FA}(x)$. On obtient en réalité

$$\mathrm{FA}(x) = \lim_{t=1} \int_0^{\infty} e^{-\omega}\,\overline{\mathrm{F}}(\omega^t x)\,d\omega,$$

égalité valable partout à l'intérieur de A.

» L'étoile A est-elle encore une étoile de convergence pour les deux expressions

$$\lim_{t=1} \sum_0^\infty \frac{\Gamma(nt+1)}{\Gamma(n+1)} c_n x^n \qquad \text{et} \qquad \lim_{t=1} \int_0^\infty e^{-\omega} \overline{F}(\omega^t x)\, d\omega\,?$$

Cette question me paraît être d'un grand intérêt. Je termine en remarquant que les expressions que je viens d'écrire sont évidemment, toutes les deux, des expressions limites triples. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions nécessaires pour la stabilité de l'équilibre d'un système visqueux.* Note de M. **P. Duhem.**

« Un système matériel admet une *énergie utilisable* Λ toutes les fois que des modifications réelles du système vérifient l'égalité

$$d\mathfrak{T}_e + d\mathfrak{T}_v = d\Lambda + d\Theta,$$

où Θ est la force vive, $d\mathfrak{T}_e$ le travail externe, $d\mathfrak{T}_v$ le travail des actions de viscosité. Cette énergie utilisable n'existe identiquement qu'en certains systèmes particuliers que nous avons nommés systèmes *isothermo-adiabatiques;* mais elle peut exister en vertu des relations supplémentaires imposées au système; cela a lieu, notamment, si tous les mouvements du système sont *isothermiques* (Λ est alors identique au *potentiel interne*) ou *isentropiques* (Λ est alors le produit de l'*énergie interne* par l'équivalent mécanique de la chaleur).

» Supposons qu'il existe une énergie utilisable Λ et que les actions extérieures admettent un potentiel P; posons $P + \Lambda = \Omega$. La démonstration classique de Lejeune-Dirichlet nous enseigne que, *dans un état où Ω a une valeur minimum, le système est assurément en équilibre stable.*

» Dans un état où la variation première de Ω est nulle sans que Ω soit minimum, l'équilibre du système est-il instable?

» Par un choix convenable des variables $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ qui définissent l'état du système, on peut toujours faire :

» 1° Que l'état d'équilibre corresponde à $\xi_1 = 0, \ldots, \xi_n = 0$;

» 2° Qu'en cet état $\Omega = 0$;

» 3° Que l'on ait

$$\Theta = \xi_1'^2 + \xi_2'^2 + \ldots + \xi_n'^2 + \text{etc.}, \qquad \Omega = S_1\xi_1^2 + S_2\xi_2^2 + \ldots + S_n\xi_n^2 + \text{etc.},$$

les *etc.* désignant des infiniment petits du troisième ordre lorsque l'état du système est voisin de l'état d'équilibre.

» M. Liapounoff [1], en 1892, et M. Hadamard [2], en 1897, ont prouvé que, si l'un au moins des coefficients $S_1, \ldots, S_n$ était négatif, le système était en équilibre instable; mais leur démonstration suppose l'absence de viscosité. Or, on peut se demander si la résistance au mouvement opposée par la viscosité ne pourrait pas rendre stables certains états d'équilibre qui seraient instables en l'absence de viscosité.

» Lorsque le système est affecté de viscosité, nous n'avons pu démontrer dans toute sa généralité le théorème, qui serait analogue à la proposition de M. Liapounoff et de M. Hadamard; nous avons pu seulement établir le théorème suivant :

» *Si l'un au moins des coefficients* $S_1, \ldots, S_n$ *est négatif, et si aucun d'eux n'est positif, l'équilibre est instable.*

» Avec Sir Stokes et lord Rayleigh, nous admettons l'existence d'une fonction dissipative

$$\begin{aligned} F = \quad & (\nu_{11}\xi'_1 + \nu_{12}\xi'_2 + \ldots + \nu_{1n}\xi'_n)\xi'_1 \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & + (\nu_{n1}\xi'_1 + \nu_{n2}\xi'_2 + \ldots + \nu_{nn}\xi'_n)\xi'_n + \text{etc.}, \end{aligned}$$

avec

$$\nu_{pq} = \nu_{qp}.$$

» Les équations du mouvement sont alors du type

$$2\xi''_p + 2S_p\xi_p + \nu_{p1}\xi'_1 + \nu_{p2}\xi'_2 + \ldots + \nu_{pn}\xi'_n + \text{etc.} = 0.$$

Dans cette égalité, comme dans celles qui vont suivre, *etc.* désigne un terme qui, au voisinage de l'état d'équilibre, est infiniment petit par rapport aux termes explicitement écrits.

» Formons l'expression

$$(1) \qquad V = \Sigma(\xi'^2_p - S_p\xi^2_p),$$

où le signe Σ s'étend de $p = 1$ à $p = n$.

» Nous aurons

$$\frac{dV}{dt} = 2\Sigma(\xi_p\xi''_p - S_p\xi_p\xi'_p) = -4\Sigma S_p\xi_p\xi'_p - \Sigma(\nu_{p1}\xi'_1 + \ldots + \nu_{pn}\xi'_n)\xi'_p + \text{etc.},$$

---

(1) Liapounoff, *Journal de Mathématiques*, 5e série, t. III, 1897, p. 8.

(2) Hadamard, *Journal de Mathématiques*, 5e série, t. III, 1897, p. 331.

ou bien

$$(2) \qquad \frac{dV}{dt} = -4\Sigma S_p \xi_p \xi'_p - F + \text{etc.}$$

Nous aurons ensuite

$$\begin{aligned}\frac{d^2V}{dt^2} &= -4\Sigma S_p \xi'^2_p - 4\Sigma S_p \xi_p \xi'_p - \frac{dF}{dt} + \text{etc.}\\ &= -4\Sigma S_p \xi'^2_p - \Sigma[4S_p\xi_p + 2(\varphi_{p1}\xi'_1 + \ldots + \varphi_{pn}\xi'_n)]\xi'_p + \text{etc.},\end{aligned}$$

ou bien

$$(3) \qquad \frac{d^2V}{dt^2} = -4\Sigma S_p \xi'^2_p - \Sigma(2S_p\xi_p + \varphi_{p1}\xi'_1 + \ldots + \varphi_{pn}\xi'_n)^2 + \text{etc.}$$

» Aux valeurs absolues des ξ, ξ', on peut assigner des limites supérieures λ, λ' telles que $\frac{d^2V}{dt^2}$ ait le signe des termes explicitement écrits en l'égalité (3), c'est-à-dire le signe $+$.

» D'autre part, on peut prendre les valeurs initiales des ξ, ξ' assez voisines de O pour que le signe initial de $\frac{dV}{dt}$ soit le signe des termes explicitement écrits en l'égalité (2); on peut en outre prendre les valeurs initiales des rapports $\frac{\xi'}{\xi}$ assez voisines de O pour que F soit négligeable par rapport à $\Sigma S_p \xi_p \xi'_p$. Le signe initial de $\frac{dV}{dt}$ sera alors le signe $+$. Quant à V, sa définition (1) le montre essentiellement positif.

» Dès lors, l'une au moins des valeurs absolues des ξ, ξ' surpassera celle des limites λ, λ' qui lui correspond.

» En effet, si la valeur absolue d'aucune des quantités ξ, ξ' ne surpassait sa limite, on pourrait assigner à la quantité essentiellement positive V une limite supérieure; mais, d'autre part, on aurait sans cesse $\frac{d^2V}{dt^2} > 0$ et, comme la valeur initiale de $\frac{dV}{dt}$ est positive, V croîtrait au delà de toute limite avec le temps t; on aboutirait donc à une contradiction.

» Le théorème énoncé est donc démontré. On remarquera que la démonstration ne fait aucun usage du signe de la fonction dissipative, que l'on sait être une forme définie positive. »

BALISTIQUE. — *Tracé des courbes de pressions.* Note de M. **E. Vallier.**

« Je donne aujourd'hui les éléments nécessaires au tracé de la courbe des pressions.

» En fonction des temps, la courbe pour $\beta > 1$ est tangente à l'origine à l'axe des temps, passe par un maximum pour $z = 1$, et s'abaisse ensuite vers l'axe des temps. Elle présente deux points d'inflexion pour les valeurs de

$$z = 1 \pm \sqrt{\frac{1}{\beta}}.$$

» Le calcul des ordonnées se fait immédiatement par la formule

$$P = P_1 P(z) = P_1 \varphi^\beta(z),$$

et celui des inclinaisons par

$$\tang\theta = \beta \frac{1-z}{z} \frac{P_1}{\theta} P(z).$$

» Les tracés en fonction des espaces sont d'un calcul un peu plus compliqué, mais d'une exécution tout aussi facile.

» Il suffit d'indiquer que la courbe, tangente à l'origine à l'axe des pressions, passe par son maximum en un point donné par

$$u_1 = U\Phi_1(\alpha),$$

et par un point d'inflexion où l'on a

$$u_2 = \frac{u(2)}{u(1)} u_1 = U\Phi_2(\alpha),$$

$$\tang\theta_2 = \frac{\beta P_1}{U\Phi_2(\alpha)} \times \frac{\beta(z_2-1)^2-1}{z_2^2},$$

z_2 étant donné par l'équation

$$[\beta(z_2-1)^2-1]V(z_2) + z_2(z_2-1)P(z_2) = 0$$

et

$$P_3 = P_1 P(z_2).$$

Enfin, à la bouche de la pièce, on aura

$$P_3 = P_1 P(\alpha)$$

et

$$\operatorname{tang}\theta_3 = \frac{\beta P_1}{U} \times \frac{1-z}{z} \frac{P(\alpha)}{\theta(\alpha)}.$$

» Ces relations seront utilisées lorsque α et β auront été déterminés séparément, et en se reportant aux Tables des fonctions construites avec l'argument β.

» Lorsque l'on admettra la relation probable entre les deux caractéristiques

$$(\alpha - 1)\beta = 2,$$

on fera usage du Tableau ci-dessous dans lequel on suppose les échelles des pressions et des espaces choisies de telle sorte que les unités respectives P_1 et U soient représentées par la même longueur.

» S'il n'en était pas ainsi, les valeurs numériques indiquées pour les tangentes seraient à multiplier par le rapport métrique des unités $\frac{P_1}{U}$.

	Sommet.			Inflexion.			Bouche.		
α.	P_1.	Φ_1.	$\operatorname{tang}\theta_1$.	P_2.	Φ_2.	$\operatorname{tang}\theta_2$.	P_3.	Φ_3.	$\operatorname{tang}\theta_3$.
1,3	1	0,200	0	0,798	−0,545	−0,82	0,454	1	−0,60
1,4	1	0,165	0	0,803	0,452	0,92	0,380	1	0,57
1,5	1	0,134	0	0,808	0,375	1,03	0,308	1	0,53
1,6	1	0,113	0	0,818	0,325	1,14	0,257	1	0,49
1,7	1	0,097	0	0,827	0,279	1,25	0,229	1	0,45
1,8	1	0,084	0	0,835	0,245	1,36	0,189	1	0,40
1,9	1	0,075	0	0,842	0,218	1,47	0,163	1	0,36
2,0	1	0,067	0	0,850	0,196	1,58	0,140	1	0,33
2,1	1	0,061	0	0,856	0,174	1,69	0,123	1	0,32
2,2	1	0,055	0	0,862	0,158	1,81	0,109	1	0,30
2,3	1	0,050	0	0,867	0,145	1,93	0,097	1	0,28
2,4	1	0,045	0	0,871	0,135	2,25	0,086	1	0,27
2,5	1	0,041	0	0,874	0,128	2,18	0,076	1	0,25
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3,0	1	0,026	0	0,880	0,081	2,74	0,044	1	0,14

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *Cornu*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Darboux	obtient	52	suffrages
M. Hatt	»	4	»
M. Maurice Levy	»	1	»

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Hatt	obtient	52	suffrages
M. Appell	»	1	»

Il y a 6 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. Darboux.
En seconde ligne	M. Hatt.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Astronomie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Faye*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Deslandres	obtient	32	suffrages
M. Bigourdan	»	25	»
M. Andoyer	»	1	»
M. Puiseux	»	1	»

M. **Deslandres**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Balondrade** adresse une Note relative à des « Bombes et fusées paragrêles ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. **Valeton** adresse une Note sur « la Locomotion aérienne par les aéroplanes ».

(Renvoi à la Commission de l'Aéronautique.)

M. **Boucaud** adresse une Note relative à l'Aérostation.

(Renvoi à la Commission de l'Aéronautique.)

M. **Henri Villard** soumet au jugement de l'Académie les résultats d'expériences qu'il a effectuées avec de grandes hélices à très petit pas.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, de Bussy.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Icilio Guareschi*, ayant pour titre : « Faustino Malaguti e le sue opere ».

M. **Lœwy** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Hepites*, Directeur de l'Institut météorologique de Bucarest, d'un Essai historique sur les travaux astronomiques exécutés en Roumanie jusqu'à la fin du XIXe siècle, et fournit quelques renseignements sur le contenu de cette intéressante Notice. Elle fait connaître que les premières observations

astronomiques ont été faites avant 1716 par Christantie Novara, un élève de Cassini, à qui l'on doit les positions géographiques de Bucarest et de Targovistea. M. Hepites y rend compte de toutes les études astronomiques et géodésiques accomplies dans son pays depuis cette époque lointaine, et il signale que c'est également un astronome, ancien élève de l'Observatoire de Paris, le colonel Capitaneanu, qui, le premier, a introduit en Roumanie les méthodes de haute exactitude de l'Astronomie moderne. Il a joint, à cette esquisse historique très instructive, une biographie de cet éminent officier auquel ce pays est redevable de la plus belle partie de sa triangulation.

En terminant, M. Hepites fait ressortir avec raison certains travaux de théorie pure, effectués en Roumanie dans ces derniers temps par deux savants de grande valeur sortis de nos hautes Écoles, Gogou et Haretu, qui ont traité quelques-uns des problèmes les plus intéressants de la Mécanique céleste.

Ce tableau de l'activité astronomique en Roumanie met en lumière d'une manière incontestable que ce pays est, à l'époque actuelle, le théâtre d'un remarquable essor scientifique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques conséquences de certains développements en séries analogues aux développements trigonométriques.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Picard.

« 1. Nous allons indiquer, dans cette Note, les applications nouvelles du théorème général énoncé dans ma Note précédente.

» Désignons par V_n $(n = 1, 2, 3, \ldots)$ les fonctions, assujetties aux conditions

$$V_n'' + k_n V_n = 0, \qquad V_n(a) = 0, \qquad V_n(b) = 0.$$

On a évidemment

$$(1) \qquad k_n = \frac{\pi^2 n^2}{(b-a)^2}, \qquad V_n = \sqrt{\frac{2}{b-a}} \sin \frac{n\pi(x-a)}{b-a}.$$

» Soit f une fonction continue avec sa dérivée du premier ordre dans l'intervalle (a, b) et s'annulant pour les limites de cet intervalle. Posons

$$(2) \qquad f = A_1 V_1 + A_2 V_2 + \ldots + A_n V_n + R_n, \qquad A_k = \int_a^b f V_k \, dx.$$

On trouve, en tenant compte du théorème de ma Note précédente,

$$\int_a^b f^2\,dx = \sum_{k=1}^{n} A_k^2 + T_n,$$

(3) $$T_n = \int_a^b R_n^2\,dx < \frac{\int_a^b R_n'^2\,dx}{k_{n+1}} = \frac{T_n'}{k_{n+1}} < \frac{\int_a^b f'^2\,dx}{k_{n+1}} < \frac{(b-a)M_1^2}{k_{n+1}};$$

M_1 désignant le maximum de module $f'(x)$ dans l'intervalle (a, b).

» L'égalité (2) montre que R_n est une fonction de x, continue avec sa dérivée à l'intérieur de l'intervalle (a, b) et s'annulant pour les limites de cet intervalle. On a donc

$$R_n^2(x) = 2\int_a^x R_n R_n'\,dx,$$

d'où, en vertu de (1) et de (3),

$$R_n^2(x) < 2\sqrt{T_n T_n'} < \frac{2(b-a)^2 M_1^2}{\pi(n+1)}.$$

» On obtient donc le théorème suivant :

» Théorème. — *Toute fonction f, continue, admettant la dérivée du premier ordre dans l'intervalle donné (a, b) et s'annulant pour les limites de cet intervalle, se développe en série uniformément convergente de la forme suivante :*

$$\frac{b-a}{2} f = \sum_{k=1}^{\infty} \sin\frac{n\pi(x-a)}{b-a}\int_a^b f \sin\frac{n\pi(x-a)}{b-a}\,dx.$$

» *La valeur absolue du reste de cette série ne surpasse pas la quantité*

$$\frac{(b-a)\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}\,\frac{M_1}{\sqrt{n+1}},$$

M_1 *désignant le maximum du module de $f'(x)$ dans l'intervalle donné.*

» Ce théorème n'est qu'un cas particulier d'un théorème plus général qui s'énonce comme il suit :

» Théorème. — *Toute fonction f, satisfaisant aux conditions du théorème précédent, se développe en série uniformément convergente de la forme suivante :*

(4) $$f = \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k, \qquad A_k = \int p f V_k\,dx,$$

où V_k sont les fonctions définies par les conditions

$$V''_n + k_n p V_n = 0, \qquad V_n(a) = 0, \qquad V_n(b) = 0,$$

p étant une fonction positive ne s'annulant pas dans l'intervalle (a, b).

» *La valeur absolue du reste de la série (4) ne surpasse pas le nombre*

$$\frac{\sqrt{2(b-a)}M_1}{\sqrt{p_0}\sqrt[4]{k_{n+1}}},$$

p_0 étant le minimum de p.

» 2. Supposons que f admette les dérivées de deux premiers ordres dans l'intervalle (a, b). On trouve

$$T'_n = -\int_a^b R_n R_n \, dx,$$

c'est-à-dire

$$T'_n < \frac{T''_n}{k_{n+1}}, \qquad T''_n = \int_a^b (R''_n)^2 \, dx < (b-a)M_2^2,$$

M_2 désignant le maximum de $f''(x)$ dans l'intervalle donné.

» On a donc, par exemple dans le cas $p(x) = 1$,

$$|R_n(x)| < \sqrt{2\pi}\left(\frac{b-a}{\pi}\right)^2 \frac{M_2}{(n+1)^{\frac{3}{2}}}.$$

» 3. Supposons enfin que $f(x)$ admette les dérivées de $2k+2$ premiers ordres et que les dérivées de $2k$ premiers ordres s'annulent pour $x = a$, $x = b$. Désignons par M_k le maximum de $|f^{(k)}(x)|$, par $T_n^{(k)}$ l'intégrale

$$\int_a^b [R_n^{(k)}]^2 \, dx.$$

» L'application successive des raisonnements précédents nous conduit aux inégalités suivantes :

$$T_n < \frac{T_n^{(2k+2)}}{k_{n+1}^{2k+2}}, \qquad T'_n < \frac{T_n^{(2k+2)}}{k_{n+1}^{2k+1}}, \qquad T_n^{(2k+2)} < (b-a)M_{2k+2}^{(2)},$$

$$|R_n(x)| < \sqrt{2\pi}\left(\frac{b-a}{\pi}\right)^{2k+2} \frac{M_{2k+2}}{(n+1)^{2k+\frac{3}{2}}}.$$

» Les considérations que nous venons de développer peuvent nous conduire à une méthode particulière pour résoudre divers problèmes inté-

ressants, mais je ne puis ici que les indiquer sommairement. Voici l'énoncé des problèmes dont il s'agit.

» Supposant que les fonctions en question admettent les dérivées de divers ordres :

» 1° *Calculer les coefficients de la série de Fourier avec l'approximation donnée à l'avance.*

» 2° *Calculer la valeur de l'intégrale* $\int_a^b \varphi\psi\,dx$ *avec une approximation donnée.*

» 3° *Les valeurs des intégrales*

$$\int_0^\pi f \sin kx\,dx \qquad (k = 1, 2, \ldots, n)$$

étant données, trouver la valeur de l'intégrale $\int_\alpha^\beta f\,dx$, α, β *étant deux nombres quelconques compris entre* 0 *et* π, *avec l'approximation donnée à l'avance.*

» 4° *Trouver un polynome* $P_n(x)$ *tel que l'écart de la fonction donnée* f *de ce polynome soit plus petit qu'un nombre donné à l'avance* ε *pour toutes les valeurs de* x *comprises dans l'intervalle donné.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les congruences à plusieurs inconnues relativement à un nombre premier impair.* Note de M. **R. Levavasseur**, présentée par M. Painlevé.

« J'envisage la congruence $f(x_1, x_2, \ldots, x_m) \equiv 0 \pmod{p}$, p étant un nombre premier impair, f étant une fonction entière et rationnelle de x_1, x_2, ..., x_m, à coefficients entiers, pris suivant le module p. Je me suis proposé de trouver le produit

$$\prod f(x_1, x_2, \ldots, x_m),$$

le produit s'étendant à *toutes* les congruences dont le degré ne dépasse pas un nombre donné r. J'ai commencé par résoudre le problème dans le cas où $r = 1$.

» Je trouve comme résultat la congruence que voici :

$$\begin{vmatrix} x_1^{p^m} - x_1^{p^{m-1}} & x_2^{p^m} - x_2^{p^{m-1}} & \cdots & x_m^{p^m} - x_m^{p^{m-1}} \\ x_1^{p^{m-1}} - x_1^{p^{m-2}} & x_2^{p^{m-1}} - x_2^{p^{m-2}} & \cdots & x_m^{p^{m-1}} - x_m^{p^{m-2}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_1^p - x_1 & x_2^p - x_2 & \cdots & x_m^p - x_m \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{p}.$$

» On en déduit la solution du cas général. Expliquons-le sur un exemple simple.

» Soit à résoudre le problème dans le cas de deux inconnues x, y, pour $r = 2$.

» On fera, dans le déterminant qui précède, $m = 5$, $x_1 = x^2$, $x_2 = xy$, $x_3 = y^2$, $x_4 = x$, $x_5 = y$.

» On trouve

$$\begin{vmatrix} x^{2p^5} - x^{2p^4} & x^{p^5}y^{p^5} - x^{p^4}y^{p^4} & y^{2p^5} - y^{2p^4} & x^{p^5} - x^{p^4} & y^{p^5} - y^{p^4} \\ x^{2p^4} - x^{2p^3} & x^{p^4}y^{p^4} - x^{p^3}y^{p^3} & y^{2p^4} - y^{2p^3} & x^{p^4} - x^{p^3} & y^{p^4} - y^{p^3} \\ x^{2p^3} - x^{2p^2} & x^{p^3}y^{p^3} - x^{p^2}y^{p^2} & y^{2p^3} - y^{2p^2} & x^{p^3} - x^{p^2} & y^{p^3} - y^{p^2} \\ x^{2p^2} - x^{2p} & x^{p^2}y^{p^2} - x^{p}y^{p} & y^{2p^2} - y^{2p} & x^{p^2} - x^{p} & y^{p^2} - y^{p} \\ x^{2p} - x^{2} & x^{p}y^{p} - xy & y^{2p} - y^{2} & x^{p} - x & y^{p} - y \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{p}.$$

» On peut ensuite se proposer de trouver le produit des congruences irréductibles d'ordre r. Soit $P_r \equiv 0 \pmod{p}$ la congruence obtenue en faisant le produit de toutes les congruences dont le degré ne dépasse pas r. On fera d'abord le quotient de P_r par $P_{r-1} \pmod{p}$ et l'on n'aura plus qu'à chercher l'ensemble des facteurs simples du quotient obtenu par les méthodes connues.

» Ainsi, en divisant le premier membre de la congruence précédente par

$$\begin{vmatrix} x^{p^2} - x^p & y^{p^2} - y^p \\ x^p - x & y^p - y \end{vmatrix}^{p^2+p+2},$$

on aura le produit des congruences irréductibles de degré 2 en x, y. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des fractions continues.* Note de M. Auric, présentée par M. Jordan.

« Considérons $k+1$ quantités réelles ou complexes

$$a_0, \quad a_1, \quad a_2, \quad a_3, \quad \ldots, \quad a_{k-1}, \quad a_k,$$

que nous supposons rangées par ordre décroissant des modules.

» Posons

$$a_0 = \lambda_k a_k + (-1)^k a_{k+1},$$

λ_k étant l'entier le plus rapproché du quotient $\frac{a_0}{a_k}$.

» On aura $\left|\frac{a_{k+1}}{a_k}\right| < \frac{1}{2}$ si les nombres considérés sont réels et $< \frac{\sqrt{2}}{2}$ s'ils sont complexes.

» On posera également

$$a_1 = \lambda_{k+1} a_{k+1} + (-1)^k a_{k+2},$$

puis

$$a_2 = \lambda_{h+2} a_{k+2} + (-1)^k a_{k+3},$$

et ainsi de suite.

» Il est clair que les quantités a_{k+1}, a_{k+2}, a_{k+3}, ... diminuent indéfiniment en valeur absolue et ont pour limite zéro, limite qui est effectivement atteinte lorsque les quantités considérées sont réductibles dans le domaine des nombres entiers.

» On établit aisément la relation

$$a_i = Q_n^i a_n + Q_{n+1}^i a_{n+1} + \ldots + Q_{n+k-1}^i a_{n+k-1} + (-1)^k Q_{n-1}^i a_{n+k}$$

avec les formules récurrenes

$$Q_n^i = \lambda_{i+k} Q_n^{i+k} + (-1)^k Q_n^{i+k+1},$$
$$Q_{n+k}^i = \lambda_{n+k} Q_n^i \;\; + (-1)^k Q_{n-1}^i.$$

» On peut établir que, lorsque i étant fixe et n augmentant au delà de toute limite, les expressions

$$a_n Q_n^i$$

et

$$a_{n-1}, \quad a_{n-2}, \quad \ldots, \quad a_{n-k} Q_i^n$$

restent finies et comprises entre deux limites fixes $|Ka_i|$ et $|K'a_i|$, en valeur absolue.

» Il en résulte que le vecteur Q_0^n, Q_1^n, Q_2^n, ..., Q_k^n a une limite bien déterminée et que ce vecteur limite est normal au vecteur

$$a_0, \quad a_1, \quad a_2, \quad \ldots \quad a_k.$$

» Le théorème de Lagrange a pour corrélatif le suivant :

» *Considérons k formes quadratiques des $k+1$ variables a_0. a_1, a_2, ..., a_k;*

au moyen des substitutions étudiées ci-dessus ces formes peuvent s'exprimer en fonction des variables a_n, a_{n+1}, a_{n+2}, ..., a_{n+k}.

» Le théorème fondamental consiste en ce que les coefficients de ces formes successives restent tous inférieurs en valeur absolue à des nombres fixes, de sorte qu'au bout d'un certain nombre d'opérations on retombe sur les formes dont on est parti ou sur des formes déjà envisagées; en d'autres termes, la suite des λ est périodique simple ou mixte suivant le cas.

» La méthode décrite permet donc de se rendre compte si un vecteur quelconque donné a_0, a_1, a_2, ..., a_k est une solution d'un système de formes quadratiques de $k+1$ variables à coefficients entiers.

» Elle permet, en outre, de généraliser la notion d'équivalence de Dedekind, ainsi que les recherches de Dirichlet. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes uniformes, définies par des équations différentielles du second ordre.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Jordan.

« J'ai quelques mots à répondre aux nouvelles observations de M. Painlevé : Je n'aurais, paraît-il, que le *choix* entre une erreur et un *truisme.*

» L'erreur qui m'a été reprochée n'est pas de moi et ma Note citée ne laisse ni doute possible, ni choix à faire.

» Quant à la proposition que M. Painlevé semble aujourd'hui regarder comme un truisme, c'est celle qu'il énonçait, dans sa Note du 8 septembre, comme étant la seule, en réalité, démontrée par mon analyse. L'énoncé qu'il en a donné, en croyant me rectifier, ne diffère en aucun point essentiel de celui que j'avais indiqué moi-même.

» Pour l'établir comme je l'ai fait, on ne rencontre aucune difficulté. S'ensuit-il que ce soit un truisme? Il importe peu que mon raisonnement puisse être étendu à toutes les équations différentielles du second ordre, car il n'y a en ceci aucune absurdité, lorsqu'on ne modifie pas mon énoncé, et ma première Note a d'ailleurs mentionné que je n'avançais rien encore de spécial aux équations à points critiques fixes.

» L'analyse très brève que j'ai présentée introduit les véritables éléments de la question que j'avais en vue, et l'on n'arriverait guère, en cherchant à lui substituer une prétendue évidence, qu'à sous-entendre des restrictions importantes.

» L'appréciation de M. Painlevé sur tous ces points se ressent, je le crains, de l'erreur qu'il m'attribuait d'abord.

» Au lieu du couple d'intégrales de l'équation différentielle dont il s'agit, je considère trois solutions d'un système d'équations aux dérivées partielles. Ces solutions, dont la connaissance permettrait d'intégrer l'équation proposée, n'en sont nullement des intégrales, bien qu'elles jouent un rôle analogue.

» En disant que la question ainsi posée se trouve résolue par sa Note du 27 octobre, voici en définitive le théorème que M. Painlevé donne indirectement comme démontré :

» Soient

$$x_3 = \frac{dx_2}{dx_1}, \qquad x_4 = \frac{d^2x_2}{dx_1^2}, \qquad x_5 = \frac{d^2x_3}{dx_1^2},$$

de sorte que x_4, x_5 sont des fonctions de x_1, x_2, x_3, données en vertu de l'équation différentielle qu'il s'agit d'étudier.

» Si l'on désigne par h, h', h'' les indices 1, 2, 3 placés dans un ordre quelconque et que l'on pose

$$p_{i.k}^{h} = -\| z_1^{(i.k)}\, z_2^{(h')}\, z_3^{(h'')} \| \qquad (i, k = 1, 2, 3),$$

en représentant par z_1, z_2, z_3 trois fonctions inconnues de x_1, x_2, x_3; par $z_1^{(h')}$, $z_1^{(i.k)}$, ... leurs dérivées partielles des deux premiers ordres, les équations

$$\sum_{(i.k)} (x_3 p_{i}^{1} - x_2 p_{i.k}^{(2)}) x_{i-1} x_{k-1} + x_4 = 0,$$

$$\sum_{(i.k)} (x_1 p_{i.k}^{2} - x_3 p_{i.k}^{(3)}) x_{i-1} x_{k-1} + x_5 = 0,$$

$$\| z_i^{h} \| = 1$$

définissent les z et, comme conséquence, les $p_{i.k}^{(h)}$.

» Quand l'équation différentielle proposée est irréductible, au sens adopté par M. Painlevé, c'est-à-dire quand il n'existe, entre deux intégrales distinctes et leurs dérivées partielles d'ordre fini, aucune relation algébrique différente de celle qui se déduit de la connaissance du dernier multiplicateur, il arriverait toujours que, parmi les fonctions $p_{i.k}^{h}$, l'une au moins fût transcendante.

» Cette proposition, supposée exacte, traduirait une propriété des fonctions z, qui n'étant, pour l'équation proposée, ni des intégrales, ni des

solutions particulières, échappent entièrement à l'analyse employée par M. Painlevé dans sa Note du 27 octobre.

» Mais M. Painlevé va plus loin encore : *dans cette voie, ni dans aucune autre, on ne pourrait aboutir à un résultat positif.*

» En d'autres termes, on ne saurait concevoir aucun mode de réductibilité qui ne soit compris dans celui dont M. Painlevé a fait l'étude.

» Je n'ai pu découvrir les bases mathématiques de cette opinion, un peu isolée, de sorte que je me vois obligé d'abandonner là, et d'ailleurs d'une façon définitive, toute cette discussion, devenue sans objet précis. »

THERMODYNAMIQUE. — *Méthode pour évaluer les températures dans l'échelle thermodynamique centigrade.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus* du 27 octobre 1902) sur la force électromotrice d'un élément de pile thermo-électrique, j'ai indiqué les conditions nécessaires pour pouvoir calculer les températures dans une échelle thermodynamique, soit avec la valeur de cette force électromotrice, e, mesurée par les procédés ordinaires, soit avec la valeur de q, c'est-à-dire du phénomène de Peltier, mesurée par le procédé donné par M. Pellat (*Comptes rendus,* t. CXXXIII, 1901, p. 921).

» M. Pellat (*Comptes rendus* du 3 novembre 1902) a fait remarquer que la méthode qu'il a proposée pour évaluer en valeur absolue les basses températures n'est pas identique à celle qui repose sur la mesure de q, et notamment qu'elle n'exige pas l'emploi de deux températures connues en valeur absolue.

» La méthode de M. Pellat repose, en effet, sur la mesure simultanée de trois grandeurs : la force électromotrice, e, d'un élément, le phénomène de Peltier, q, à l'une de ses soudures, et la température t de cette soudure dans une échelle thermométrique ordinaire.

» En tenant compte des résultats théoriques que j'ai établis dans ma Note précédente, je vais décrire succinctement une méthode plus simple et plus précise que celle de M. Pellat, puisqu'elle n'exige que la mesure de deux grandeurs e et q, et qu'on n'y emploie aucune relation empirique.

» $\frac{d\varepsilon}{d\theta}$ et $\frac{d\varepsilon'}{d\theta}$ étant constants, on a, pour la force électromotrice d'un élément,

$$e = q - q' + B(\theta - \theta_0).$$

» Si la température θ reste fixe, q est invariable,

$$\frac{d(e+q')}{d\theta_0} = -B.$$

» *Mode opératoire.* — La soudure chaude sera portée à une température invariable θ, supérieure à la température d'ébullition de l'eau. L'autre soudure sera d'abord portée à la température de 100° centigrades; on mesurera e' et q', dont la somme S' correspondra à la température absolue θ'.

» Cette soudure sera ensuite portée à la température du zéro centigrade, on mesurera e'' et q'', dont la somme S'', correspondra à la température absolue θ''.

» L'échelle qu'on a choisie pour les températures absolues étant celle où l'intervalle fondamental est également de 100°, on a

$$B = \frac{S'' - S'}{100}.$$

La soudure froide étant portée à une autre température inférieure à θ, si l'on trouve comme mesures e et q, dont la somme est S, cette température, repérée dans l'échelle centigrade, sera

$$t = -\frac{S - S''}{B}.$$

Cette température, évaluée dans l'échelle thermodynamique dont l'échelle centigrade fait partie, est $t + \theta''$.

» Pour déterminer θ'', on résoudra par tâtonnements l'équation suivante, en posant $\theta' = \theta'' + 100$,

$$\frac{q''}{\theta''} + B\,\mathrm{Log}\,\theta'' = \frac{q'}{\theta'} + B\,\mathrm{Log}\,\theta'.$$

» Ayant ainsi simultanément mesuré la force électromotrice de l'élément thermo-électrique et évalué la température de l'une des soudures dans l'échelle thermodynamique adoptée, puis répété ces mesures et évaluations dans des limites de température aussi étendues que possible, on pourra déterminer les constantes de la relation que j'ai donnée entre la force électromotrice et la température absolue.

» Il suffira alors de mesurer cette force électromotrice pour la détermination des températures absolues, dans les limites de température dépendant de la nature des métaux formant l'élément thermo-électrique. Cet élément servira de thermomètre étalon.

» On pourrait également, après avoir obtenu dans le calcul de θ'' la deuxième constante de la relation entre q et la température absolue, utiliser seulement la mesure de q.

» Le critérium de l'exactitude de la méthode sera que les valeurs de e et de q, utilisées séparément, devront donner des indications de température concordantes et indépendantes de la composition de l'élément thermo-électrique.

» M. Pellat a décrit un procédé pour mesurer q, du phénomène de Peltier : il a calculé et indiqué l'erreur maximum de sa méthode. L'expérience justifiera sans doute ses prévisions, et il est à espérer que, par la pratique, ce savant pourra beaucoup diminuer les erreurs méthodiques.

» Quelle sera la précision de la méthode que je propose? Quels écarts présenteront les résultats de cette méthode et ceux qu'on obtient avec le thermomètre à gaz? L'expérience seule permettra de répondre à ces questions.

» C'est pour des considérations de précision que je m'abstiens de développer une autre méthode de détermination des températures dans l'échelle thermodynamique centigrade : cette méthode reposerait sur la mesure de ε ou de ses variations dans les points d'un conducteur métallique à des températures différentes, et dans des conditions plus faciles à concevoir qu'à réaliser. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La pesanteur le long du parallèle moyen.* Note de M. J. COLLET, présentée par M. Lœwy.

« Après avoir exposé, dans une Note précédente, la partie de mes observations qui concerne les durées des oscillations du pendule, je vais maintenant considérer les *déterminations* correspondantes *de la pesanteur.*

» Le Tableau suivant donne, en mètres, les valeurs de g, aux diverses stations, déduites de la valeur déterminée au rez-de-chaussée de l'Observatoire de Paris, par le commandant Defforges, dans la salle des expériences pendulaires. Pour les valeurs de τ_{15} qui ont servi à ce calcul, lorsque plusieurs expériences ont eu lieu dans une même station, on a pris la moyenne des résultats obtenus. Le Tableau renferme, en outre, les éléments du calcul de la gravité g_0 au niveau de la mer, ainsi que les *anomalies* $g_0 - g_1$ que fait apparaître la comparaison de g_0 avec la valeur théorique normale g_1.

Tableau des pesanteurs observées et réduites au niveau de la mer.

	τ_{15}.	g.	g_0.	g_1.	$g_0 - g_1$.
Paris	0,7113523	9,81000	9,81013	9,81030	−0,00017
Marseille	5172	9,80545	9,80556	9,80536	+0,00020
Cap Ferrete	4629	9,80695	9,80696	9,80656	+0,00040
Bordeaux	4923	9,80614	9,80631	9,80673	−0,00042
Aurillac	5191	9,80940	9,80664	9,80682	−0,00018
Saint-Pierre-le-Chastel	5112	9,80962	9,80708	9,80752	−0,00044
Saint-Agrève	5563	9,80438	9,80643	9,80689	−0,00046
Valence	4903	9,80619	9,80646	9,80682	−0,00036
Grenoble	4998	9,80593	9,80635	9,80705	−0,00070
La Bérarde	6431	9,80200	9,80537	9,80682	−0,00145
Le Lautaret	6701	9,80124	9,80524	9,80688	−0,00164
Turin	0,7115055	9,80588	9,80640	9,80694	−0,00054

Éléments de la réduction au niveau de la mer.

	Altitude h.	Latitude λ.	Densité δ.
	m	° ′ ″	
Paris	60	48.50.11	2
Marseille	61	43.18.17	2,6
Cap Ferret	6	44.38.49	2
Bordeaux	74	44.50.18	2
Aurillac	640	44.56.46	2,73
Saint-Pierre-le-Chastel	753	45.48	2,73
Saint-Agrève	1058	45. 0.36	2,7
Valence	125	44.56	1,9
Grenoble	210	45.11.22	2,6
La Bérarde	1738	44.56	2,7
Le Lautaret	2058	45. 2.5	2,7
Turin	233	45. 4.8	2

» Pour la *réduction au niveau de la mer*, on a employé la formule de Bouguer

$$g_0 = g\left[1 + \frac{2h}{R}\left(1 - \frac{3\delta}{4\Delta}\right)\right],$$

dans laquelle δ est la densité moyenne du sous-sol de la station; Δ, celle de la Terre, soit 5,5; h, l'altitude de la station; et, enfin, R le rayon de la Terre.

» Les valeurs de δ résultent des indications autorisées des géologues les plus compétents. Elles sont justifiées par les coupes géologiques qui renferment mes Notes antérieures insérées dans les *Comptes rendus*.

» Le calcul des *valeurs normales* g_1 de la gravité a été fait à l'aide de la formule Defforges

$$g_1 = 9,78124(1 + 0,005243 \sin^2\lambda).$$

» En dehors même de tout examen critique des diverses formules employées en Géodésie, pour le calcul de g_1, le choix de la formule précédente s'imposait ici, en raison de la coordination de mes observations avec celles du Service géographique [1].

» Les valeurs $g_0 - g_1$ des anomalies exigent encore, dans certaines stations, une dernière correction, celle de l'*attraction topographique* [2]. Cette correction, qui demande de très laborieux calculs, vient diminuer le déficit

[1] Voir, sur ce point, le *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XV, p. 16.

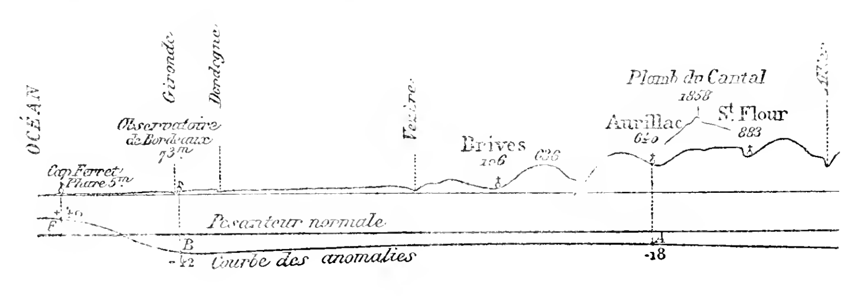
[2] *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 654 et 740.

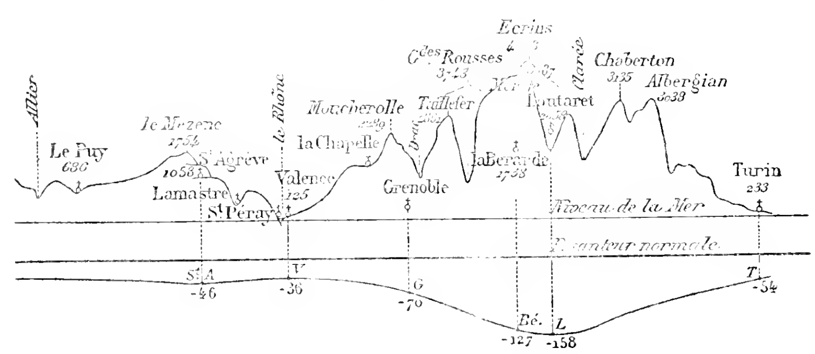
apparent de la pesanteur. Sa valeur est 0,00018 à la Bérarde, et 0,00006 au Lautaret, ce qui réduit le déficit aux valeurs suivantes :

» 0,00127 à la Bérarde, 0,00158 au Lautaret. Quant à la *flexion* du pendule, signalée par M. Helmert, et calculée par lui, elle est sans influence sur les déterminations relatives de la pesanteur.

» En examinant la suite des valeurs de $g_0 - g_1$, on voit qu'on n'a observé des *excédents* de pesanteur que dans deux stations, l'une près du bord de la mer (Observatoire de Marseille), l'autre (Phare du cap Ferret) dans une situation insulaire, l'excédent, dans ce dernier cas, étant double du premier. Partout ailleurs on a constaté un *déficit croissant en même temps que le relief du sol devient plus considérable*.

» Ce défaut de pesanteur, au niveau de la mer, sous les massifs montagneux, est l'indice d'une constitution spéciale de la croûte terrestre qui, sous les masses en relief, doit avoir une densité moyenne plus faible que sous les plaines, au même niveau, et surtout que sous les mers et les océans.





Anomalies de la Pesanteur le long du Parallèle moyen.

Échelle des Longueurs 0 20 40 K. *Hauteurs deux fois décuplées.*

» La figure précédente rend sensible aux yeux la corrélation existant entre le relief du sol et les anomalies de la pesanteur. Elle fait apparaître

quelques particularités remarquables sur lesquelles je me propose de revenir dans le Mémoire que je compte rédiger sur l'ensemble de mes expériences pendulaires. »

CHIMIE. — *Sur la composition des hydrates de gaz.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai indiqué ([1]) comment on peut, au moyen de ma relation générale

$$\frac{Q}{T^1} = 30,$$

déterminer la composition des hydrates de gaz qu'il est presque toujours impossible de fixer exactement par l'analyse directe, et j'ai donné deux méthodes pour obtenir ce résultat. J'ai déjà appliqué ces règles ([2]) à l'hydrate de chlore, qui a pour composition : $Cl^2 + 7H^2O$.

» Dans la plupart des autres cas, la première méthode seule est applicable, parce qu'on ne connaît pas la chaleur de solidification totale (L + S) de la molécule gazeuse. Mais la précision de cette méthode est toujours suffisante pour savoir si l'hydrate est à 6, 7 ou $8H^2O$.

» J'ai fait les calculs de Q', de T' et de *n* pour tous les hydrates dont on a déterminé les courbes de dissociation, en me reportant aux travaux de M. Villard, M. Roozeboom, MM. Cailletet et Bordet, et à ceux que j'ai faits moi-même.

» Le Tableau suivant donne les résultats obtenus. Les valeurs de Q' sont souvent des moyennes de quinze ou vingt résultats donnés par la formule de Clapeyron appliquée aux courbes.

	T.		T'.		Q'.	Q.	Formule calculée.	Formule probable.
	°	°	°	°	Cal	Cal		
Az.....	−187 ou	86 abs.	−43,8 ou	229,2	13,30	6,87	$Az + 4{,}5\ H^2O$	4 ou $5H^2O$
CH^4...	−164	109 abs.	−29	244	16,35	7,32	$CH^4 + 6{,}31\ H^2O$	$6H^2O$
CO^2...	−78,2	194,8	−21,2	251,8	16,16	7,55	$CO^2 + 6{,}02\ H^2O$	$6H^2O$
Az^2O..	−88	185	−19,3	253,7	16,29	7,61	$Az^2O + 6{,}06\ H^2O$	$6H^2O$
C^2H^6..	−85	188	−15,8	257,2	17,71	7,71	$C^2H^6 + 6{,}99\ H^2O$	$7H^2O$
C^2H^2..	−85	188	−15,4	257,6	15,92	7,73	$C^2H^2 + 5{,}73\ H^2O$	$6H^2O$
C^2H^4..	−104	169	−13,4	259,6	18,34	7,76	$C^2H^4 + 7{,}37\ H^2O$	$7H^2O$
PH^3...	−85	188	−6,4	266,6	16,44	8,00	$PH^3 + 5{,}90\ H^2O$	$6H^2O$

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 836.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 991.

	T.		T'.		Q'.	Q.	Formule calculée.	Formule probable.
	°	°	°	°	Cal	Cal		
H^2S...	− 62 ou	211	+ 0,35 ou	273,35	16,34	8,20	$H^2S + 5,69 H^2O$	$6 H^2O$
C^2H^5F.	− 32	241	+ 3,7	276,7	20,12	8,30	$C^2H^5F + 8,27 H^2O$	$8 H^2O$
SO^2....	− 10	263	+ 7	280	19,83	8,40	$SO^2 + 8,06 H^2O$	$8 H^2O$
CH^3Cl.	− 23	250	+ 7,5	280,5	18,83	8,41	$CH^3Cl + 7,28 H^2O$	$7 H^2O$
H^2Se..	− 42	231	+ 8	281	16,82	8,43	$H^2Se + 5,87 H^2O$	$6 H^2O$
Cl^2....	− 34,6	238,4	+ 9,6	282,6	18,36	8,48	$Cl^2 + 7 H^2O$	$7 H^2O$
Br^2....	+ 59	332	> 9,6	> 282,6	?	?	$Br^2 + 10 H^2O$	$10 H^2O$

» Dans cette liste, les divers hydrates étudiés figurent dans l'ordre de stabilité croissante (T' augmente). On remarquera que cet ordre est *à peu près* le même que celui de la volatilité décroissante des gaz anhydres.

» Pour l'hydrate d'argon, les données sont au nombre de deux seulement et un peu incertaines, M. Villard, qui l'a décrit, disant (¹) que la tension est de 105^{atm} *vers* 0°, et de 210^{atm} à + 8° C.

» Il suffirait d'admettre + 0°, 5 pour 105^{atm}, au lieu de 0°, pour trouver $Az + 5,27 H^2O$.

» Pour l'hydrate de brome, aucun calcul de Q', Q ou T' n'a pu être fait; le brome étant liquide a la température des expériences, et ordinairement en excès, ne permet plus de raisonner comme pour les autres hydrates. Le système n'est plus monovariant (²).

» A part ces deux cas extrêmes, les courbes sont assez régulières pour permettre le calcul. Il arrive cependant que pour plusieurs des ces hydrates les valeurs données pour les tensions aux deux ou trois températures les plus élevées doivent être écartées, car elles fourniraient pour Q' des nombres manifestement trop élevés et qui ne concordent plus du tout avec les autres.

» On remarquera que, dans la moitié des cas, la formule probable déduite de ces calculs est :

$$M + 6 H^2O.$$

» M. Villard a précisément vérifié que c'est bien la composition des hydrates de CO^2, de Az^2O, de C^2H^2. Il avait même proposé d'étendre cette règle à tous les hydrates (³). Mais cette règle n'est pas aussi générale

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 377.

(²) Aussi la formule que j'ai inscrite dans le Tableau : $Br^2 + 10 H^2O$, est celle qui a été obtenue par M. Roozeboom au moyen de l'analyse directe des cristaux.

(³) *Étude expérimentale des hydrates de gaz.* (Thèse de Doctorat ès sciences.) Paris, 1896, p. 96.

qu'il le pensait, et, en réalité, dans l'autre moitié des cas, le nombre des molécules d'eau fixées est ou inférieur (argon?), ou certainement supérieur à 6 H^2O (C^2H^6, C^2H^4, C^2H^5F, SO^2, CH^5Cl, Cl^2, Br^2).

» Malgré quelques irrégularités, il semble que les hydrates contiennent d'autant plus d'eau qu'ils sont plus stables.

» La différence qui existe entre T' et T est toujours du même signe ($T' > T$), mais varie beaucoup comme valeur absolue, et diminue à mesure que le gaz devient plus facilement liquéfiable. Elle est de 142°,6 pour l'argon, et de 17° seulement pour SO^2, de sorte que le point de décomposition de l'hydrate T' varie peu (de −43°,8 pour l'argon à +9°,6 pour Cl^2) :

» Ce qui porte à penser que les gaz les plus volatils, tels que l'azote, l'oxygène, l'hydrogène, l'hélium, doivent s'hydrater aussi et donner des hydrates cristallisés d'une stabilité à peine inférieure à celle de l'hydrate d'argon. En fait M. Villard a signalé des hydrates d'azote et d'oxygène (1).

» Enfin, puisque T' varie peu, et que la composition même des hydrates est assez voisine, leur chaleur de formation Q' ou Q doit être presque la même, ainsi qu'on le remarquera sur le Tableau précédent. Les valeurs de Q' varient seulement de 2^{Cal} du formène au chlore. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Transformation de l'acide pyrophosphorique en acide orthophosphorique.* Note de M. **H. Giran**.

« J'ai publié, dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1500), les résultats thermiques suivants :

$P^2O^7H^4$ liq. + aq. = $P^2O^7H^4$ diss. .... $+10^{Cal},22$
$P^2O^7H^4$ sol. + aq. = $P^2O^7H^4$ diss .... $+7^{Cal},78$

» L'acide pyrophosphorique solide employé pour cette dernière détermination était mélangé à une grande quantité de chlorure d'argent, d'où des corrections et quelque incertitude dans la mesure.

» Depuis lors, j'ai obtenu de l'acide pyrophosphorique pur, cristallisé, en soumettant, pendant trois mois, de l'acide sirupeux, possédant exactement la composition théorique $P^2O^7H^4$, à l'action continue d'une température d'environ −10°. Dans ces conditions, cet acide cristallise en petits grains blancs, opaques, d'aspect sphéroïdal, sans forme cristalline déter-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 377.

minable. Cependant j'ai pu constater qu'une partie, qui était restée adhérente aux parois du flacon, y avait cristallisé très nettement sous la forme de fines aiguilles, plus ou moins contournées sur leurs bords, et offrant, en ces points, l'aspect de très belles barbes de plume.

» La mesure directe de la chaleur de dissolution de cet acide cristallisé m'a donné

$$P^2O^7H^4 \text{ crist.} + \text{aq.} = P^2O^7H^4 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +7^{Cal},93$$

nombre peu différent de celui que j'ai donné précédemment ($7^{Cal},78$).

» Cet acide cristallisé ne fond plus qu'à la température de $+61°$. Revenu à la température ordinaire, il conserve l'état liquide et ne se solidifie de nouveau qu'au contact d'un cristal. Cette solidification est très lente; on la facilite en agitant fréquemment.

» Je me suis proposé de rechercher quelle est la chaleur dégagée dans la transformation de l'acide pyrophosphorique solide, liquide ou dissous, en acide orthophosphorique.

» Pour y arriver, je plaçais un poids connu d'acide pyrophosphorique solide ou liquide (surfondu) dans un petit ballon en verre mince avec 10^{cm^3} d'acide sulfurique à 71 pour 100 de SO^4H^2. Une expérience préliminaire m'avait montré que, dans ces conditions, l'acide pyrophosphorique se transforme, en quelques minutes, en acide orthophosphorique. Le ballon, bien bouché, était placé dans l'eau du calorimètre. J'agitais le tout jusqu'à ce qu'il ne se produisît plus de dégagement de chaleur. Je brisais alors le ballon dans le calorimètre; la température s'élevait aussitôt par suite de la dissolution de l'acide sulfurique et de l'acide orthophosphorique formé pendant la première partie de l'expérience. Une expérience supplémentaire, faite avec 10^{cm^3} du même acide sulfurique, m'indiquait quel était le dégagement de chaleur produit par cet acide seul.

» J'ai ainsi obtenu les résultats suivants :

$$P^2O^7H^4 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} + \text{aq.} = 2PO^4H^3 \text{ diss.} \ldots \quad +14^{Cal},47$$
$$P^2O^7H^4 \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} + \text{aq.} = 2PO^4H^3 \text{ diss.} \ldots \quad +12^{Cal},35$$

La différence de ces deux nombres nous donne la chaleur de fusion de l'acide pyrophosphorique, soit $-2^{Cal},12$; on peut aussi l'obtenir en faisant la différence des chaleurs de dissolution des acides solide et liquide, ce qui donne $-2^{Cal},29$. Ces deux valeurs de la chaleur de fusion, obtenues par deux méthodes différentes, sont sensiblement concordantes.

» On déduit aisément des résultats ci-dessus, en tenant compte de

$$PO^4H^3 \text{ sol.} + \text{aq.} = PO^4H^3 \text{ diss.} \ldots \quad +2^{Cal},69 \text{ (Thomsen)}$$
$$P + O^4 + H^3 = PO^4H^3 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +304^{Cal},1 \text{ (Thomsen)}$$

les conséquences suivantes :

	Cal
$P^2O^7H^4$ sol. + H^2O liq. = $2PO^4H^3$ sol.	+ 6,97
$P^2O^7H^4$ liq. + H^2O liq. = $2PO^4H^3$ sol.	+ 9,09
$P^2O^7H^4$ diss. + H^2O liq. = $2PO^4H^3$ diss.	+ 4,25

$P^2 + O^7 + H^4 = P^2O^7H^4$ crist. : $+ 532^{Cal},23$; liq. : $+ 529^{Cal},94$; diss. : $+ 540^{Cal},16$.

» Pour le calcul de la chaleur de formation de l'acide pyrophosphorique à partir de ses éléments, j'ai dû faire intervenir celle de l'acide orthophosphorique, déterminée par Thomsen. Or, comme le fait remarquer M. Berthelot dans sa *Thermochimie* (t. II, p. 115), la complication et l'incertitude des réactions utilisées par le chimiste danois ne permettent de regarder son résultat que comme approximatif. Il y a donc lieu de faire les mêmes réserves sur la chaleur de formation de l'acide pyrophosphorique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Aluminate de manganèse* : Al^2O^4Mn. Note de M. **Em. Dufau**, présentée par M. H. Moissan.

« En 1847, Ebelmen réalisait la combinaison de l'alumine et de l'oxyde de manganèse en chauffant, dans un four à porcelaine, un mélange des deux oxydes additionné d'anhydride borique.

» Après plusieurs heures de chauffe, il obtint une matière « brun-noir, » bulleuse, présentant dans les cavités de larges *lames brunes triangulaires* » paraissant appartenir au système régulier [1] ».

» L'analyse de ce produit ne fut pas faite, et c'est sur la seule considération des proportions d'oxydes mis en présence qu'Ebelmen lui attribua la formule ($Al^2O^3.MnO$).

» L'emploi du four électrique de M. Moissan nous a permis de reproduire facilement cette combinaison et d'en faire une étude détaillée.

» Nous avons chauffé, pendant 3 minutes, avec un arc de 1000 ampères sous 60 volts, un mélange intime de 100 parties d'alumine et 230 parties d'oxyde salin de manganèse.

» On obtient ainsi une masse boursouflée, d'un brun noir, à reflet métallique. La cassure, très irrégulière, est d'un beau vert clair et montre de nombreuses géodes brunes tapissées de cristaux brillants à pointements octaédriques.

» Pour purifier ce produit, on le concasse, puis on le traite par l'acide chlorhy-

---

(1) Ebelmen, *Ann. de Phys. et de Chim.*, 3e série, t. XXII, 1847, p. 225.

drique à chaud; il se dégage des gaz carburés et du chlore en même temps que l'acide prend une teinte brune. En prolongeant les traitements à l'acide chlorhydrique bouillant, la teinte primitive du composé s'atténue progressivement faisant place à une teinte définitive *jaune clair*. La poudre cristalline ainsi obtenue retient encore des parcelles de graphite que l'on sépare facilement, grâce à la différence de densité des deux corps, en projetant la poudre dans l'iodure de méthylène.

» *Analyse*. — Pour en déterminer la composition, le produit finement pulvérisé est attaqué, dans un creuset de platine, par un mélange de carbonate de potassium et de carbonate de sodium en fusion; l'attaque est lente et donne lieu à la formation d'aluminate et de manganate alcalins.

» En reprenant par l'eau et faisant bouillir quelques instants en présence d'une petite quantité d'alcool, tout le manganèse se trouve précipité. Après lavages, l'oxyde dissous dans HCl est précipité à l'état de carbonate et pesé en oxyde salin.

» Enfin, l'aluminate alcalin est décomposé par le chlorhydrate d'ammoniaque, l'alumine précipitée, lavée et pesée.

» L'analyse ainsi conduite a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour Al^2O^4Mn.
Al^2O^3	58,18	58,02	58,73	58,98
MnO...............	»	40,62	41,03	41,02

» L'aluminate de manganèse se présente sous la forme de petits cristaux jaune clair et transparents, ayant l'aspect d'octaèdres, modifiés sur les arêtes et sur les angles; sa densité est de 4,12 (20°), il est plus dur que le quartz, sa poudre est d'un jaune très clair.

» Parfaitement stable dans les conditions normales de température, cet aluminate s'oxyde avec facilité lorsqu'on le chauffe au contact de l'air; c'est ainsi qu'au rouge il se colore progressivement en brun foncé, s'éclaircissant légèrement par refroidissement, reprenant ainsi l'apparence du produit primitif non encore traité par l'acide chlorhydrique; dans l'oxygène cette oxydation, qui n'est que superficielle, est plus rapide et se produit bien au-dessous du rouge. Le soufre n'agit pas sur ce composé à la température de fusion du verre.

» Le fluor l'attaque avec incandescence au rouge, mais le brome et l'iode sont sans action marquée à la température de fusion du verre.

» Insoluble dans l'acide chlorhydrique, l'aluminate de manganèse se laisse attaquer par les acides nitrique et fluorhydrique et plus facilement par l'acide sulfurique. Enfin, les oxydants : chlorate, nitrates alcalins en fusion et surtout les oxydes et carbonates alcalins, le désagrègent sans difficulté. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du manganèse.* Note de M. H. Baubigny, présentée par M. Troost.

« Hugh Marshall avait indiqué notamment la transformation des sels de protoxyde de manganèse en peroxyde insoluble, par l'action de ces composés. Ayant eu à opérer dans ces dernières années quelques dosages de ce métal, j'avais reconnu que la réaction pouvait être totale, mais je ne signalai pas le fait, croyant que Hugh Marshall l'avait entendu ainsi en relatant ce phénomène d'oxydation. Ce n'est que lors de sa dernière publication (1), en 1901, que je connus ma méprise. En toute équité, la priorité reste cependant acquise à ce savant et les indications données sur ce même sujet (2) peu de temps après par G. v. Knorre n'en demeurent aussi que la confirmation.

» Seulement, à l'époque de ces publications, j'avais déjà constaté que l'oxydation des sels de manganèse par les persulfates pouvait se produire en un milieu même très fortement acide, et je poursuivis quand même mon étude en comparant ce procédé à ceux déjà connus.

» Mes recherches ne sont pas encore terminées, et, si je donne aujourd'hui quelques-uns de mes résultats, c'est par suite de la publication toute récente d'un premier travail de Dittrich et Hassel (3) qui se rapproche du mien. Je le fais d'autant plus librement que leurs observations et les miennes ne marchent pas absolument d'accord.

» On sait que le peroxyde de manganèse se comporte comme un acide faible (4) et que si, dans la solution où il se forme, il existe des sels d'autres métaux, on retrouve dans le précipité de manganèse une partie de ces métaux, en quantité plus ou moins importante, suivant la nature et les proportions de ces métaux et les conditions de l'expérience.

» C'est là, au point de vue des déterminations gravimétriques, le grave défaut de ce mode de séparation du manganèse. Les procédés de précipitation en liqueur acide tirent donc leur importance de ce qu'on peut

(1) *Chem. News*, t. LXXXIII, p. 76.
(2) *Centr. Bl.*, t. II, 1902, p. 1278.
(3) *Ber. deuts. ch. Ges.*, t. XXXV, p. 3266.
(4) Gorgeu, *Sur l'acide manganeux* (*Rép. Chim. pure*, 1862, p. 415).

espérer éviter cet écueil et, quand on ne veut que la teneur en manganèse d'un alliage, s'affranchir de la marche usuelle.

» Pourtant, même en milieu acide, jusqu'à ce jour l'opération n'a pas encore été couronnée d'un plein succès.

» Vohlard a, en effet, montré ([1]) en 1879 que, dans la réaction découverte par Guyard,

$$2MnO^4K + 3MnSO^4 = 5MnO^2 + SO^4K^2 + 2SO^4H^2,$$

le peroxyde qu'on obtient contient toujours du protoxyde à l'état de composé salin, bien que la quantité d'acide libre (sulfurique, dans l'exemple choisi) augmente progressivement au fur et à mesure que la réaction s'accentue, et montre qu'il en est encore de même pour tout autre métal en présence.

» Il n'est pas jusqu'au procédé d'Hannay, où le solvant est de l'acide nitrique concentré pur ($d = 1,4$), qui ne donne des mécomptes à ce point de vue. Très souvent, l'oxyde MnO^2 qu'il fournit renferme des quantités appréciables d'autres métaux, notamment du peroxyde de fer, s'il s'agit d'analyses d'acier ou de fer manganésifère, et d'autant plus que la teneur de la liqueur en ces métaux étrangers est elle-même plus élevée.

» Il n'était donc pas vraisemblable que le procédé au persulfate, même en solution acide, fût lui-même plus indemne que les autres. C'est ce que je me propose de montrer en commençant avec les sels alcalins, dont, aujourd'hui encore, la séparation avec le bioxyde de manganèse est considérée comme presque impossible.

» Je le ferai pour prouver que cet entraînement des alcalis a lieu même en liqueur acide et aussi pour donner, dès le début, un procédé simple permettant de purger le peroxyde de manganèse de toute trace d'alcali fixe; j'en profiterai pour établir que, même en opérant avec un excès d'acide libre, sulfurique ou nitrique, ce ne sont pas les *sels* alcalins, comme le disent Dittrich et Hassel, mais seulement les alcalis qui sont retenus par le bioxyde de manganèse.

» Avant toute relation d'expériences appuyant ma critique, je dois en quelques mots indiquer mon mode opératoire. Le sel de manganèse dissous, on acidule, puis on ajoute la solution de persulfate ([2]) préalablement filtrée des quelques impuretés inso-

([1]) *Ann. der Chem. u. Ph.*, t. CXCVIII, p. 318.

([2]) Celui d'ammonium de préférence à celui de potassium, à cause de sa plus grande solubilité et de son action plus rapide.

lubles qui y sont contenues. Quant à la quantité, elle varie, comme nous le verrons, suivant les conditions. On porte alors à 100° au bain-marie. Le persulfate se décompose et se transforme en bisulfate; la liqueur a donc toujours une réaction acide après l'oxydation. On cesse de chauffer quand le dégagement d'oxygène (ozonisé) se ralentit, et l'on refroidit en plongeant, si l'on veut, le vase dans l'eau froide. S'il y a trace de permanganate formé, on ajoute *à froid* (j'en donnerai plus tard les raisons) 4 à 5 gouttes d'alcool, on agite et l'on abandonne jusqu'à décoloration. On filtre, on lave, on sèche et l'on calcine, puis on pèse l'oxyde salin Mn^3O^4.

» L'oxydation s'effectue dans une fiole conique de Bohême, de capacité double du volume liquide et fermée par un simple verre de montre pour parer à toute projection. La chauffe peut ainsi se faire assez rapidement par immersion dans le bain-marie, condition qui me paraît plus simple que l'emploi d'une grande capsule de platine, selon la pratique de Dittrich et Hassel. En 20 à 25 minutes l'oxydation est terminée, sans qu'il y ait avantage à chauffer 2 heures pour décomposer complètement le reste du persulfate, comme le recommandent ces auteurs.

» J'ai pu, en opérant ainsi, ajouter préalablement jusqu'à 2^{cm^3} d'acide sulfurique concentré SO^4H^2 ($d = 1,8$) par 100^{cm^3} de liqueur de manganèse, sans que la précipitation de ce métal cesse d'être totale, du moins à $0^{mg},1$ ou $0^{mg},2$ près, car on en retrouve toujours des traces de cet ordre de grandeur dans les eaux mères, même dans le cas de liquides peu acides. Il y a donc un écart sensible avec les proportions indiquées par Dittrich et Hassel, qui n'emploient que 5^{cm^3} d'une solution d'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ par 150^{cm^3} à 200^{cm^3}, soit 6 à 8 fois moins. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore et du brome sur les vératrols mononitrés.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (¹) j'ai décrit un vératrol mononitré trichloré et un vératrol mononitré tribromé obtenus dans l'action de l'acide nitrique fumant sur les vératrols trihalogénés correspondants; dans le but de déterminer la formule de constitution de ces corps, j'ai étudié l'action du brome et du chlore sur les veratrols mononitrés. Ceux-ci sont au nombre de deux : le vératrol mononitré α ayant pour formule $C^6H^3 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2}$ et le dérivé β

$$C^6H^3 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{AzO^2};$$

j'ai fait réagir le brome et le chlore sur chacun de ces corps.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 290.

» *Action du brome sur le vératrol mononitré α.* — Dans un travail antérieur [1] j'ai obtenu, dans l'action du brome sur le vératrol nitré α, un dérivé mononitré dibromé de formule

$$C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2} - Br - Br;$$

dans le but d'arriver à un dérivé trisubstitué j'ai traité ce corps par le brome en présence d'acide sulfurique.

» 10^g de vératrol mononitré dibromé sont mis en contact avec 20^{cm^3} d'acide sulfurique pur; au bout de 24 heures j'ajoute 5^{cm^3} de brome et je chauffe 10 heures au bain-marie, puis le produit de la réaction est versé dans une solution étendue de bisulfite de soude : il se dépose une masse cristalline qui, après dessiccation, est traitée par l'alcool absolu; le vératrol mononitré dibromé, peu soluble, reste comme résidu, et l'alcool évaporé laisse un corps qui est purifié par cristallisation dans l'alcool à 90°. J'obtiens finalement des aiguilles blanches à peine colorées en jaune, formées de prismes allongés et aplatis, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme. Leur point de fusion est 116°-117°. Il résulte des analyses que ce corps est un vératrol mononitré tribromé de formule

$$C^6 - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br}.$$

» J'ai comparé ce corps au vératrol tribromé mononitré obtenu dans l'action de l'acide nitrique fumant sur le vératrol tribromé. L'aspect microscopique, les propriétés sont exactement les mêmes pour les deux corps, les points de fusion sont identiques; il en résulte qu'on arrive au même dérivé soit dans l'action du brome sur le vératrol nitré α, soit dans l'action de l'acide nitrique fumant sur le vératrol tribromé.

» Cette réaction fixe la formule de constitution du vératrol tribromé qui est

$$C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br}.$$

» Le gaïacol tribromé qui, traité par l'iodure de méthyle et la potasse, donne le vératrol tribromé, possède une des deux formules suivantes :

$$C^6H - \underset{1}{OH} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br} \quad \text{ou} \quad C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OH} - \underset{4}{Br} - \underset{5}{Br} - \underset{6}{Br}.$$

» *Action du brome sur le vératrol nitré-4.* — J'ai décrit antérieurement [2] un dérivé monobromé mononitré obtenu dans l'action du brome à froid sur le vératrol nitré β. L'action de l'halogène à chaud, soit seul, soit en présence d'acide sulfurique, m'a donné un mélange de vératrol mononitré monobromé et de vératrol tétrabromé : somme toute peu de résultats intéressants.

» *Action du chlore sur le vératrol nitré α.* — Le chlore ne réagit pas sur ce vératrol nitré en solution acétique même à la température de 60°; il n'en est pas de même en présence d'acide sulfurique. 2^g de vératrol nitré-3 sont mis en contact

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XIII, p. 505.

(2) *Ibid.*, 7e série, t. XIII, p. 504.

avec 10^{cm^3} d'acide sulfurique et 20^{cm^3} d'acide acétique pur, puis la solution est traitée par un excès de chlore; le produit de la réaction versé dans du bisulfite de soude étendu donne une masse cristalline qui est purifiée par cristallisation dans l'alcool.

» Le produit obtenu est un mélange de deux corps qu'il est facile de séparer au moyen de l'éther de pétrole. Le premier, insoluble dans ce dissolvant et purifié par cristallisation dans l'alcool, est formé de prismes ou de lames aplaties de couleur blanc jaunâtre, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, insolubles dans l'éther de pétrole; le point de fusion est 110°-111°. Les analyses montrent que ce corps est un vératrol mononitré dichloré ayant par conséquent pour formule $C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{3}{AzO^2} - Cl - Cl$.

» Le deuxième corps, soluble dans l'éther de pétrole, est en aiguilles blanches, fusibles à 88°. Il est exempt d'azote et n'est autre chose que du vératrol tétrachloré.

» *Action du chlore sur le vératrol nitré-4.* — 20^g de vératrol nitré sont triturés avec 20^{cm^3} d'acide sulfurique; le mélange coloré en rouge est dissous dans 40^{cm^3} d'acide acétique, et cette dissolution est traitée par un courant de chlore en excès jusqu'à décoloration; le produit de la réaction, versé dans du bisulfite de soude étendu, donne un corps huileux qui se solidifie peu à peu; pour purifier le produit, on le met en dissolution dans l'alcool à 90°, et cette dissolution, évaporée lentement sur l'acide sulfurique, laisse une masse cristalline jaune pâle, formée de longues aiguilles aplaties. Ce corps est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, d'où il cristallise difficilement; il en est de même pour le chloroforme, la benzine, etc. Son point de fusion est 46°-47°. Les analyses montrent que ce corps est un vératrol mononitré dichloré de formule $C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{AzO^2} - Cl - Cl$.

» L'action du chlore sur les vératrols nitrés ne m'a pas donné de vératrol mononitré trichloré que j'aurais pu comparer au corps obtenu dans l'action de l'acide nitrique fumant sur le vératrol trichloré. Étant donné, toutefois, que les vératrols trichloré et tribromé sont obtenus dans des conditions identiques (méthylation des gaïacols trisubstitués préparés par l'action directe des halogènes sur le gaïacol); étant donné, d'autre part, que les produits chlorés et bromés, obtenus dans des conditions analogues, possèdent des formules de constitution identiques, il est extrêmement probable que la formule de constitution du vératrol trichloré est analogue à celle du dérivé bromé, c'est-à-dire $C^6H - \underset{1}{OCH^3} - \underset{2}{OCH^3} - \underset{4}{Cl} - \underset{5}{Cl} - \underset{6}{Cl}$.

» J'ai décrit une pyrocatéchine trichlorée [1] qui, traitée par l'iodure de méthyle et la potasse, donne le vératrol trichloré. La formule de ce corps est très vraisemblablement $C^6H - \underset{1}{OH} - \underset{2}{OH} - \underset{4}{Cl} - \underset{5}{Cl} - \underset{6}{Cl}$.

» *En résumé,* dans ce travail, j'ai déterminé la formule de constitution d'un certain nombre de dérivés trisubstitués de la pyrocatéchine ou de ses éthers méthyliques, et j'ai décrit deux corps nouveaux : un vératrol dichloré nitré-3 et un vératrol dichloré nitré-4. »

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XIII, p. 483.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de l'acétol.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« L'acétol, encore appelé *alcool pyruvique,* découvert par M. Louis Henry, n'a été longtemps connu qu'à l'état de solution aqueuse. Les solutions d'acétol étaient obtenues par hydratation de l'alcool propargylique, ou par la saponification des chloracétone, bromacétone, ou acétate d'acétol.

» Perkin junior, le premier, parvint à l'isoler en nature ; il en donna les constantes physiques ainsi que quelques propriétés.

» Ultérieurement, M. Louis Henry obtint de nouveau cet alcool en décomposant le formiate d'acétol par l'alcool méthylique, alcool *fort*, qui déplace l'acétol, alcool *faible.*

» Enfin je l'ai préparé par l'oxydation du propylglycol (1, 2), à l'aide des ferments oxydants ou des hypobromites.

» Comme dérivés de l'acétol, on n'a guère décrit que quelques éthers sels ou oxydes, l'hydrazone, l'osazone, l'oxime, enfin les produits d'oxydation et de réduction.

» L'oxydation de l'acétol, effectuée à l'aide d'oxydants énergiques, tels que le mélange chromique, donne les acides carbonique et acétique. L'oxyde de cuivre, en solution alcaline, conduit à l'acide lactique. Cette dernière réaction est inexplicable si l'on attribue à l'acétol la formule

$$CH^3COCH^2OH,$$

ainsi que l'ont fait jusqu'ici tous les auteurs qui se sont occupés de ce composé. La formation d'acide lactique $CH^3C\begin{smallmatrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{smallmatrix}\!\!-\!\!COOH$, en effet, implique dans la molécule d'acétol la préexistence d'un groupement $R - \overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle OH}{C}} - R'$ ou d'un radical susceptible de lui donner naissance et dont on ne voit nulle part la représentation dans la formule adoptée jusqu'ici pour l'alcool pyruvique.

» J'ai donc recherché si, tout au moins dans certaines conditions, l'acétol, qui peut être considéré comme l'un des *sucres* les plus simples, ne pouvait pas exister sous diverses formes tautomériques.

» Je ne m'occuperai ici que de la réduction de l'acétol, me réservant de compléter ultérieurement l'étude de cet alcool, de ses homologues et de leurs isomères.

» Perkin junior, en réduisant l'acétate en solution aqueuse (10 pour 100) par l'amalgame de sodium (2,5 pour 100), montra que, dans cette hydrogénation, il se fait du propylglycol, $CH^3CHOH - CH^2OH$, et proposa, pour rendre compte de cette réaction, la formule

$$(2) \qquad CH^3CO - CH^2OH + H^2 = CH^3CHOH - CH^2OH.$$

» Dans l'idée de cet auteur, le propylglycol devait être le seul produit de la réaction. Or, si l'acétol existe sous plusieurs formes tautomériques, il en résulte que la réaction ne doit plus se faire suivant l'équation (2), mais suivant une autre plus compliquée, dans laquelle interviennent d'autres termes que le propylglycol.

» J'ai recherché si des produits volatils n'avaient pas échappé à Perkin.

» J'ai suivi, pour la réduction, les indications données par cet auteur, mais l'hydrogénation a été effectuée dans une fiole munie d'un réfrigérant ascendant. Lorsque le liquide à réduire cesse d'agir sur la liqueur de Fehling, on neutralise, s'il y a lieu, le liquide réduit par HCl, puis on le distille à la colonne en recueillant à part les diverses fractions.

» J'ai opéré la réduction :

» 1° A *froid*, en milieux alcalins, neutres ou acides; 2° *à chaud*, en milieu alcalin.

» 1° *Hydrogénation par* HgNa (*à* 2,5 *pour* 100) *en milieu alcalin froid.* — Opérant comme il a été dit, j'ai obtenu à la distillation :

» *a*. Produits de tête (environ $\frac{1}{10}$ du produit total);

» *b*. Produits de cœur (environ $\frac{7}{10}$ du produit total);

» *c*. Produits résiduels (environ $\frac{2}{10}$ du produit total).

» La portion *b* ne contient à peu près que de l'eau. La portion résiduelle *c*, traitée par l'alcool et l'éther, abandonne à ces solvants du *propylglycol* qu'on a isolé par distillation.

» Quant aux produits de tête *a*, si on les sursature par CO^3K^2, ils laissent monter à leur surface un liquide à odeur alcoolique, représentant environ $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{6}$ du poids de l'acétol mis en œuvre. Ce liquide, desséché et distillé, bout à 81°; il a été identifié avec l'*alcool isopropylique* $CH^3CHOH - CH^3$ par un dosage de C, de H et par la réaction de Meyer.

» 2° *Hydrogénation par* HgNa *en solution* HCl *à froid.* — Elle est plus difficile qu'en milieu alcalin; elle fournit du *propylglycol* et de l'*acétone* $CH^3 - COCH^3$.

» 3° *Hydrogénation par l'amalgame d'aluminium, en solution neutre, à froid.*

— La réduction terminée, on sépare $Al^2(OH)^6$ et l'on termine l'opération comme ci-dessus. Les produits de réduction ont été le *propylglycol* et l'*acétone*.

» 4° *Hydrogénation par* Na Hg *en solution alcaline.* — *A l'ébullition, cette réduction,* opérée dans les conditions de *milieu* où se trouvaient, pour l'*oxydation*, Breuer et Zincke lorsqu'ils transformèrent l'acétol en acide lactique, devait montrer si l'acétol subissait une tautomérisation et fournissait d'autres produits de réduction. Il n'en est rien; ici encore on a obtenu: *propylglycol* et *alcool isopropylique*.

» Tous ces résultats, fournis par l'acétol obtenu par le procédé Henry, ont été contrôlés par ceux auxquels conduit l'emploi de l'acétol de saponification.

» *Conclusions.* — L'acétol *libre,* en solutions *alcaline, neutre* ou *acide, froides* ou *chaudes*, existe, *au moins partiellement,* sous un état qui n'a pas la constitution représentée par la formule $CH^3CO\,CH^2OH$, mais plutôt celle qui en ferait un alcool secondaire éther oxyde interne:

$$CH^3C(OH)\text{——}CH^2. \quad (\text{C et }CH^2\text{ reliés par }O)$$

L'hydrogénation de cet alcool éther oxyde se ferait alors de la façon suivante:

$$CH^3C(OH)-CH^2 \ (\text{reliés par } O) \begin{cases} \nearrow CH^3C(OH)-CH^2OH \ (\text{avec } H) & \text{propylglycol,} \\ \searrow CH^3C(OH)(OH)\text{——}CH^3 & \text{hydrate d'acétone:} \end{cases}$$

» L'hydrate d'acétone conduisant à l'acétone ou à son produit d'hydrogénation, l'alcool isopropylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des amines grasses sur le dibenzoate de méthylène.* Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré [1] que l'ammoniaque réagit sur le dibenzoate de méthylène en donnant de la benzamide

$$\begin{matrix} C^6H^5-COO \\ C^6H^5-COO \end{matrix}\Big\rangle CH^2 + 2AzH^3 = 2C^6H^5-CO\,AzH^2 + CH^2\Big\langle\begin{matrix} O \\ \ \end{matrix}\boxed{\begin{matrix} H \\ OH \end{matrix}}.$$

(1) *Comptes rendus,* 26 octobre 1902.

» Cette réaction *principale* est accompagnée de deux réactions secondaires du fait de la mise en liberté d'*eau* et d'*aldéhyde formique*. Il en résulte du benzoate d'ammonium et de l'hexaméthylène-tétramine; de sorte qu'*il n'y a pas d'aldéhyde formique à l'état libre*.

» En substituant à l'ammoniac les *amines grasses*, la réaction s'effectue dans le même sens; les amines secondaires réagissent beaucoup moins facilement que les amines primaires; quant aux amines tertiaires, elles ne réagissent plus du tout, ce qui était à prévoir puisqu'elles ne renferment plus d'hydrogène ammoniacal.

» Les réactions qui se produisent sont les suivantes :

» *Amines primaires :*

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5-COO\\C^6H^5-COO\end{matrix}\right>CH^2+2(R-AzH^2)=2\left(C^6H^5-CO-Az\left<\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\right.\right)+CH^2\left<\begin{matrix}O\\ \\ \end{matrix}\right.\boxed{\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}}.$$

» *Amines secondaires :*

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5-CO-O\\C^6H^5-CO-O\end{matrix}\right>CH^2+2(R^2-AzH)=2\left(C^6H^5-CO-Az\left<\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\right.\right)+CH^2\left<\begin{matrix}O\\ \\ \end{matrix}\right.\boxed{\begin{matrix}H\\OH\end{matrix}}.$$

» Il se forme en même temps du benzoate de l'amine employée. Quant à l'aldéhyde formique, on *la retrouve à l'état de liberté*.

» On obtient ainsi les dérivés *mono* et *dialkylés de la benzamide*. Ceux de ces corps qui correspondent aux méthylamines et aux éthylamines ont déjà été préparés, soit par M. Hallmann (¹), soit par M. Van Romburgh (²), et il m'a été facile de les identifier avec les produits résultant des réactions précédentes. J'ai ensuite étendu la réaction à d'autres amines grasses, pour en montrer la généralité. Je me suis borné, d'ailleurs, au cas des *amines primaires*, qui conduisent à des composés très bien cristallisés, tandis que les dialkylbenzamides sont des liquides à points d'ébullition élevés et dont la séparation à l'état de pureté est difficile.

» *Propylamine*. — On opère en présence d'alcool et l'on met un excès d'amine : 1^{mol} de dibenzoate pour 3^{mol} d'amine. A froid et en agitant fréquemment, le dibenzoate finit par disparaître au bout de 3 ou 4 heures. A chaud, la réaction s'effectue en quelques minutes, et l'on reconnaît qu'elle est complète à ce que, par refroidissement, il ne se dépose pas de cristaux. On a alors une solution incolore, limpide, dont *une goutte réduit énergiquement l'azotate d'argent ammoniacal*, à chaud. Elle renferme de l'aldéhyde formique *en même temps qu'un excès d'amine*. Cette solution

---

(¹) *Berichte*, t. IX, p. 846.

(²) *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. IV, p. 387 et 390.

est évaporée à siccité, dans le vide, et le résidu solide est repris par l'eau froide qui dissout le benzoate de propylamine et laisse la *propylbenzamide*. Celle-ci est dissoute dans l'éther anhydre, qui l'abandonne, par évaporation très lente, sous forme de magnifiques octaèdres quadratiques. La propylbenzamide fond à 83°. Elle est très soluble dans l'alcool; assez soluble dans les divers dissolvants organiques; presque pas dans la ligroïne et dans l'eau.

» *Isobutylbenzamine.* — On opère exactement comme dans le cas précédent, et l'on observe les mêmes particularités. Lorsque la réaction est terminée, on évapore à une douce chaleur jusqu'à ce que la presque totalité de l'alcool ait été chassée. On reprend alors par un excès d'eau froide et il se sépare un liquide lourd qu'on décante. On le place dans le vide sur l'acide sulfurique et, après quelques jours, il se développe des cristaux très durs constitués par de l'*isobutylbenzamide*. Ces cristaux sont purifiés par cristallisation dans la ligroïne, qui en dissout beaucoup à chaud et très peu à froid. L'isobutylbenzamide se présente sous forme d'aiguilles brillantes fondant à 54°. Il est extrêmement soluble dans l'alcool et l'éther, presque insoluble dans l'eau.

» *Benzylamine.* — Même mode opératoire; la réaction terminée, on verse la solution dans l'eau froide. Il se sépare de la *benzylbenzamide* qu'on fait cristalliser soit dans la ligroïne, soit dans l'éther ou dans l'eau. Ces corps la dissolvent un peu à chaud et presque pas à froid. La benzylbenzamide est en fines aiguilles ou en paillettes, fondant à 104°-105°. Elle est très soluble dans l'alcool, l'acide acétique, etc.

» Les *benzoates d'amines* qui se forment en même temps que les alkylbenzamides ne semblent pas avoir été décrits et sont, pour la plupart, des corps bien cristallisés. Je les ai reproduits directement, et plusieurs d'entre eux peuvent s'obtenir aisément sous forme de gros prismes limpides appartenant au système monoclinique. Tels sont, en particulier, le benzoate *neutre* de dipropylamine [$C^6H^5 - COOAzH^2(C^3H^7)^2$] et le benzoate *acide* de dibenzylamine,

$$C^6H^5 - COOAzH^2(CH^2 - C^6H^5)^2 + C^6H^5 - COOH.$$

» Ces composés, qui présentent certaines particularités intéressantes, seront décrits ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers halogénés sur le thiosulfocarbamate d'ammonium.* Note de M. **Marcel Delépine.**

» J'ai étudié antérieurement l'action des éthers halogénés sur les combinaisons sulfocarboniques des amines secondaires et primaires ([1]). J'ar-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1416; t. CXXXIV, p. 108, 714 et 1121.

rive enfin à l'action de ces mêmes éthers sur la combinaison sulfocarbonique de l'ammoniaque ou thiosulfocarbamate d'ammonium

$$AzH^2.CS.SAzH^4.$$

» Une seule molécule de ces éthers conduit aux éthers thiosulfocarbamiques ou dithio-uréthanes non substitués à l'azote; une deuxième, aux sels des éthers imidodithiocarboniques également non substitués. Les réactions sont de tout point parallèles à celles décrites pour les amines primaires :

$$\text{I.} \quad AzH^2.CS.SAzH^4 + RX = AzH^2.CS.SR + AzH^4.X;$$
$$\text{II.} \quad AzH^2.CS.SR + R'X = AzH{:}C(SR)(SR'),HX.$$

» Jusqu'ici on n'avait préparé que deux des premières combinaisons en fixant l'hydrogène sulfuré sur les éthers sulfocyaniques, suivant une réaction effectuée, en 1863, par Jeanjean, de Montpellier :

$$H^2S + Az \equiv CS.R = AzH^2.CS.SR.$$

» Le même auteur avait signalé l'existence de la deuxième réaction, mais sans établir la formule des produits, n'ayant émis que l'opinion qu'ils étaient sans doute de la nature des sulfines ([1]).

» 1° J'ai préparé par mon procédé les dithio-uréthanes :

$AzH^2.CS.SCH^3$......	fus. à 40°-42°	$AzH^2CS.SCH(CH^3)^2$..........	fus. à 97°
» C^2H^5.....	» 42°	» $CH^2.C^6H^5$..........	» 90°
» $CH^2.C^2H^5$.	» 58°	» $CH^2.C^6H^4(AzO^2)_{(p)}$.	» 135°

» Ce sont des substances bien cristallisées, insolubles dans l'eau, mais très solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène, le chloroforme, moins dans l'éther de pétrole. Elles ne distillent pas, mais se décomposent en donnant un peu d'hydrogène sulfuré et d'éther sulfocyanique, davantage de sulfure de carbone et surtout de mercaptan.

» Comme l'a indiqué Jeanjean, les alcalis les dédoublent en mercaptan et sulfocyanate; il en est de même des amines.

» Les anhydrides et les chlorures d'acides les transforment en dérivés acidylés identiques à ceux que l'on obtient en fixant les acides thioliques sur les éthers sulfocyaniques d'après une réaction découverte par Chanlaroff ([2]). Exemple :

$$AzH^2.CS.SCH^3 + (CH^3CO)^2O = CH^3CO.AzH.CS.SCH^3 + CH^3CO^2H;$$
$$Az \equiv CSCH^3 + CH^3CO.SH = CH^3CO.AzH.CS.SCH^3$$

([1]) *Acad. de Montpellier*, t. XII, p. 26.
([2]) *D. chem. G.*, t. XV, p. 1987.

ou

$$C^2H^3O.Az:C(SH)(SCH^3).$$

» Ces dérivés acidylés ne s'unissent pas à l'iodure de méthyle.

» 2° Les sels des éthers imidodithiocarboniques s'obtiennent facilement en opposant un éther halogéné à la dithio-uréthane dissoute dans un liquide indifférent. J'ai préparé les iodhydrates de $AzH:C(SCH^3)^2$; $AzH:C(SC^2H^5)^2$; $AzH:C(SCH^3)(SCH^2.C^6H^5)$. Ce sont des sels incolores, jaunissant à l'air, fondant mal, présentant vis-à-vis du tournesol et de la phtaléine une acidité égale à celle de tout l'hydracide qu'ils contiennent.

» Les alcalis fixes et l'ammoniaque séparent de ces sels des bases liquides, incolores, d'une odeur indéfinissable, désagréable, tenant du mercaptan, de l'acide cyanhydrique et du chloroforme; ces bases sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'éther, l'alcool, le chloroforme. Elles sont instables et sous ce rapport diffèrent beaucoup des éthers imidodithiocarboniques substitués à l'azote.

» Chauffées, elles se scindent en mercaptan et éther sulfocyanique,

$$AzH:C(SR)(SR') = Az \equiv C(SR) + HS.R'.$$

» Avec le premier terme, l'éther sulfocyanique se trimérise en éther sulfocyanurique; avec le dérivé méthylbenzylique, on constate que c'est le sulfocyanate de benzyle qui se forme et non celui de méthyle.

» Si, lors de la séparation de la base par un alcali fixe, on laisse le contact se prolonger avec un excès d'alcali, le sulfocyanure subit la décomposition bien connue en bisulfure, cyanure, cyanate et mercaptan, de sorte que les dérivés diméthyl- et diéthylique fournissent des liquides exempts d'azote, bouillant à 110° et à 154°. Cette réaction explique pourquoi l'on observe une coloration rouge intense si l'on ajoute un alcali aux picrates de ces éthers; il y a, en effet, coexistence d'un cyanure et d'acide picrique.

» Les solutions aqueuses des sels, chauffées à 100° et même moins, se troublent rapidement; il y a une décomposition d'une remarquable netteté en iodure d'ammonium et éther dithiocarbonique; exemple :

$$AzH:C(SC^2H^5)^2, HI + H^2O = AzH^4I + CO(SC^2H^5)^2.$$

» (Cette réaction, entre parenthèses, se produit avec la même netteté avec les sels des éthers alkylimidodithiocarboniques; toutefois, un peu plus lentement.)

» L'anhydride acétique attaque aussi ces sels; il en chasse l'iodure alcoolique de poids moléculaire le plus élevé et laisse une acidyldithio-uréthane :

$$AzH:C(SR)(SR'), HI + (CH^3CO)^2O = CH^3CO.AzH.CS.SR + R'I + CH^3CO^2H.$$

» Cela explique pourquoi les iodures alcooliques ne réagissent pas sur les acidyldithio-uréthanes; c'est la réaction inverse qui a lieu.

» Enfin, la nature base secondaire des éthers imidodithiocarboniques dérivés de l'ammoniaque se révèle facilement en faisant réagir l'azotite de sodium sur une solution chlorhydrique de ces éthers; il se forme un dérivé nitrosé de couleur bleue intense, soluble dans divers véhicules qu'il colore fortement. Ces dérivés nitrosés sont malheureusement très instables.

» Tous les faits ci-dessus concordent avec les formules adoptées et montrent ainsi la généralisation des réactions qui ont été exposées dans les Notes antérieures rappelées au début. Les détails expérimentaux seront publiés plus longuement au *Bulletin de la Société chimique* (1) »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichthyologique des eaux douces de Bornéo.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les travaux de MM. Max Weber, Boulenger, Steindachner, ont beaucoup étendu nos connaissances en ce qui concerne les Poissons dulçaquicoles de Bornéo, depuis l'époque à laquelle je présentais quelques considérations sur ce sujet à l'Académie (2). C'est toutefois dans ces derniers temps que les matériaux d'étude ont été accumulés dans des proportions considérables à la suite des recherches faites par MM. Büttikofer, Nieuwenhuis et Moret, membres de la Mission envoyée dans la grande île par la Société pour l'encouragement à l'exploration scientifique des Colonies néerlandaises, et spécialement chargés de ce qui concernait les recherches zoologiques.

» Ces voyageurs ont exploré le cours entier du Kapoeas, puis, passant la ligne de faîte, l'un deux gagna sur le versant opposé le Blocoe, affluent du haut Mahakam, fleuve qu'il descendit dans toute son étendue, traversant ainsi Bornéo de l'ouest à l'est.

» Les collections ichthyologiques rapportées au Musée de Leyde et que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. le professeur Jentink, comprennent plus de sept cents individus, représentant environ cent-cinquante espèces. Vingt et une de celles-ci seraient nouvelles, dont quatre types de genres spéciaux : *Pseudolais tetranema*, *Sosia chamœleon*, *Gyrinocheilus pustulosus*, *Parhomaloptera obscura;* les deux premières appartiennent à la famille des *Siluridæ*, les deux autres à celles des *Cyprinidæ*.

» Parmi les résultats zoologiques que nous fournissent ces collections,

(1) Pendant que j'achevais ces recherches, M. Braun a publié un article sur les dithio-uréthanes dans les *Berichte* du 25 octobre 1902. Pour ce qui est des divers types de dithio-uréthanes, je rappellerai que j'ai exposé verbalement leur préparation et leurs propriétés fondamentales dans une Communication à la Société chimique, le 23 février 1902 (Cf. *Bull. Soc. chim.*, 1902, t. XXVII, p. 228).

(2) *Comptes rendus*, t. CXVIII, 22 janvier 1894, p. 202.

je crois devoir citer la découverte d'une seconde espèce du genre critique *Aperioptus*, très imparfaitement décrit en 1848 par Richardson et dont les rapports, quoique exactement entrevus par M. Günther, étaient restés douteux. L'*Aperioptus megalomycter* nous montre que l'orifice buccal n'est pas entouré de lambeaux cutanés, comme l'indiquait le dessin, seul document qui fût resté de l'espèce typique, mais constitue une véritable trompe protactile en cône tronqué, qu'on peut comparer à celle de l'Esturgeon.

» En ayant égard aux espèces découvertes ou décrites depuis 1893, comme habitant les eaux douces du Bornéo, et y joignant ce que nous apportent ces nouvelles collections, aux trois cent vingt-deux espèces relevées à cette époque dans le Mémoire paru aux *Nouvelles Archives du Muséum*, s'en ajoutent soixante-trois réparties en dix familles. Deux de celles-ci seulement méritent d'être citées comme importantes : ce sont, on pouvait s'y attendre, celle des *Siluridæ* avec vingt et une, celle des *Cyprinidæ* avec trente-deux espèces.

» L'intérêt de ces nouvelles acquisitions est surtout de nous faire connaître la faune dulçaquicole de points sur lesquels les renseignements étaient très peu complets. Il suffira, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur le Tableau ci-dessous. Reprenant la division purement topographique proposée dans le précédent travail et établie d'après les principaux bassins, l'île y est partagée en cinq régions; pour chacune, le nombre des espèces qui nous était connu en 1893 et celui qui nous est connu aujourd'hui sont les suivants :

	Régions				
	ouest.	sud-est.	est.	nord.	nord-ouest.
1893.........	230	179	2	7	29
1902.........	263	179	33	18	63

» Les conclusions données précédemment se trouvent d'ailleurs pleinement confirmées. La faune dulçaquicole de Bornéo, en premier lieu, se montre dans son ensemble essentiellement homogène, les recherches faites par M. Nieuwenhuis dans le haut Mahakam, jusqu'ici complètement inexploré, justifient cette proposition, aussi bien que les travaux de M. Boulenger et de M. Steindachner portant sur les parties nord et nord-ouest. Cette faune dulçaquicole d'un autre côté offre les plus grandes analogies avec la faune indo-chinoise. Ces deux points peuvent être regardés comme définitivement acquis.

» La richesse des collections rapportées par l'Expédition néerlandaise, le soin avec lequel ont été prises les localités m'ont permis de tenter l'étude de la répartition des espèces de Poissons suivant la hauteur de leur habitat dans les cours d'eau. Pour ces recherches potamhypsologiques il est rare en effet de réunir des éléments de telle valeur dans des fleuves aussi importants que le Kapoeas et le Mahakam, encore voisins de l'état de nature, au moins dans leurs parties hautes. Dans celui-là des pêches ont été faites en des points variés sur toute la hauteur du fleuve; pour le Mahakam, seulement dans les parties hautes et le cours moyen, ce qui présentait d'ailleurs le plus d'intérêt, les recherches anciennes de Bleeker nous fournissant quelques données sur la faune de son embouchure.

» Toutes réserves faites sur ce que des recherches ultérieures pourront ajouter à nos connaissances évidemment encore très incomplètes, la répartition des espèces indique une grande homogénéité, que trouble seulement dans le bas fleuve la présence de quelques espèces marines, dans le haut fleuve la prépondérance relative de certains groupes. La famille des *Cyprinidæ,* de beaucoup la plus importante, puisqu'elle ne comprend pas moins de 40 à 50 pour 100 du nombre total des espèces, donne sur ce dernier point des indications démonstratives. A l'embouchure du Kapoeas on en rencontre neuf espèces, dont sept *Cyprinina* et deux *Cobitidina.* Ces deux sections sont représentées dans le cours moyen par vingt-deux espèces pour la première, six pour la seconde. Dans le haut fleuve les chiffres respectifs sont trente-deux et quatre, mais là s'ajoutent quatre espèces de la section des *Homalopterina.* L'organisation de ces derniers Cyprinides, munis de nageoires paires disposées, d'habitude avec la bouche et les parties inférieures du corps, de manière à constituer un puissant organe d'adhérence, qui leur permet de se fixer au sol, parfois d'y ramper à la manière des Limaces (*Gastromyzon*), explique leur présence dans ces parties souvent torrentielles du cours d'eau. Les observations faites sur le Mahakam concordent avec les précédentes; pour le haut fleuve les trois sections se trouvent représentées par six *Cyprinina,* quatre *Homalopterina* et quatre *Cobitidina;* pour le cours moyen la section intermédiaire fait défaut, les deux autres comptent celle-là six, celle-ci deux espèces, dans les collections recueillies.

» L'étude de quelques-uns de ces Poissons confirme d'une manière frappante et dans des conditions spéciales les rapports reconnus avec la faune indienne. Parmi les espèces indiquées comme nouvelles dans les collections du Musée de Leyde, trois entre autres : *Glyptosternon Nieu-*

wenhuisi, Homaloptera orthogoniata, Nemachilus obesus, nous offrent des types remarquablement voisins des *Glyptosternon dorsalis* Vinciguerra, *Homaloptera bilineata* Blyth, *Nemachilus Evezardi* Day, de l'Inde et de Birmanie. Trouvées dans les parties élevées des fleuves, on doit les considérer comme espèces représentatives d'une faune d'altitude alpine ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur les Poissons du genre Chondrostome dans les eaux douces de la France.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Chondrostomes, parmi les Cyprinides de nos pays, sont dignes de remarque à plusieurs titres. Le caractère principal du genre, qui lui a valu son nom, lui est donné d'après la nature des lèvres buccales, résistantes et dures au lieu d'êtres molles. On les trouve dans la plupart des cours d'eau, et les auteurs les signalent souvent, mais ils ne s'entendent point sur le nombre des espèces qu'ils leur attribuent. Les uns, à l'exemple de Blanchard (*Les Poissons des eaux douces de France*) distinguent en eux trois et même quatre espèces; d'autres n'en signalent qu'une. Cette dernière opinion semble prédominer aujourd'hui. Un travail récent (Belloc, *Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche,* 1898) ne mentionne qu'une seule espèce, *Chondrostoma nasus* L. dite *Nase* ou *Hotu*. Pareil avis ne concorde guère, cependant, avec les assertions des pêcheurs et des anciens auteurs. Les premiers estiment que le Nase est en France d'importation récente. Venu d'Allemagne, voici un demi-siècle au plus, il gagne tous les bassins de proche en proche, grâce aux canaux de communication, et il étend progressivement son aire de distribution géographique à notre pays entier. D'autre part les seconds, à en juger d'après leurs descriptions, connaissaient le Chondrostome. Ce Poisson serait donc indigène, et non pas récemment importé. Du reste, plusieurs des termes locaux qui servent à le désigner dans le Midi appartiennent à de vieux patois; à moins d'admettre un changement d'acception, ce fait contribue à rendre la seconde assertion plus plausible.

» La difficulté de se prononcer d'après les données acquises m'a engagé à étudier directement la question. Mes observations conduisent à admettre la coexistence, dans notre pays, de deux types principaux, appartenant à

([1]) Le travail doit être publié dans les *Notes from the Leyden Museum.*

ce genre. L'un est indigène, l'autre est importé. Les auteurs se sont basés souvent, pour distinguer entre les espèces des Chondrostomes, sur des caractères qui ne sauraient être invoqués désormais, car ils manquent de précision.

» La forme du corps, et surtout le nombre des dents pharyngiennes, sont sujets à trop de variations. Les différences essentielles doivent se déduire, à mon avis, de la forme de la bouche, et des dimensions de l'espace prébuccal. Dans le type importé, la bouche est presque rectiligne, ou à peine arquée; si l'on joint les deux commissures buccales par une ligne droite représentant la corde de l'arc que décrit la bouche, la flèche de cet arc mesure à peine le septième ou le huitième de la corde; de plus, l'espace prébuccal compte plus du tiers de l'espace préorbitaire. Dans le type indigène, la bouche est franchement arquée; la flèche égale plus du tiers et moins de la moitié de la corde; quant à l'espace prébuccal, plus petit, il mesure le quart en moyenne de l'espace préorbitaire.

» La forme importée correspond vraiment au *Chondrostoma nasus* L. des auteurs allemands. Il a pénétré, en France, par le bassin du Rhin, dans ceux de la Seine et du Rhône; il commence, depuis plusieurs années, à entrer dans celui de la Loire; il ne va pas encore plus loin. Tous les individus que j'ai eu l'occasion d'étudier, venus de diverses localités, se ressemblaient et ressemblaient également au type de l'Europe centrale. Tel n'est point le cas de la forme indigène. Limitée au midi de la France, aux deux seuls bassins de la Garonne et du Rhône, car elle manque à celui de l'Adour, elle se différencie en plusieurs variétés, deux au moins, dont Blanchard (*loc. cit.*) avait fait des espèces distinctes. Dans la réalité, cette forme doit être rapportée au *Chondrostoma Genei* Bonaparte, comme plusieurs naturalistes, Siebold et Günther notamment, l'ont déjà reconnu par l'une de ses variétés, le *Ch. rhodanensis* de Blanchard.

» L'étude comparative de ces deux espèces m'a permis de faire quelques observations complémentaires qui intéressent la Biologie générale. L'une réside dans l'opposition curieuse qui s'établit entre ces deux types au sujet de leur habitat. Les conditions extérieures étant identiques, le *Ch. nasus* progresse sans arrêt, alors que le *Ch. Genei* demeure dans ses anciennes limites et ne les franchit point. La première espèce, introduite chez nous depuis peu de temps, conserve encore son unité, alors que la seconde, établie depuis une époque plus reculée, s'est subdivisée, suivant les bassins, en variétés que l'on peut considérer comme autant d'espèces commençantes. Enfin, l'extension progressive du Nase entraîne des conséquences dignes de remarques. Ce Poisson, dès son arrivée dans une rivière,

pullule, souvent de façon telle, en peu d'années, que les autres espèces de Cyprinidées, ayant les mêmes habitudes que lui, diminuent fortement et lui laissent prendre la prépondérance. Plus tard, elles regagnent une part du terrain perdu, le Nase diminuant à son tour; mais elles ne reviennent point à leur ancienne abondance, du moins dans la plupart des cas. En somme, le nouveau venu s'établit, non pas en supplément, mais au détriment des Poissons indigènes. Comme les qualités de sa chair ne valent point celle de ces derniers, le rendement des cours d'eau où ce fait se produit, et ils sont nombreux, subit une dépréciation notable. La chose est à retenir, car elle n'est point particulière au Nase et se manifeste toutes les fois qu'une nouvelle espèce, importée naturellement ou acclimatée par l'homme, s'installe dans les eaux douces. L'acclimatation s'accomplit presque toujours aux dépens des anciennes espèces; aussi faut-il examiner au préalable, dans chaque cas, si son avantage est supérieur à ses inconvénients. Souvent la réponse sera-t-elle négative. Mieux vaut améliorer les poissons indigènes et veiller à leur conservation qu'introduire des espèces exotiques. Les conditions biologiques, propres au milieu des eaux, donnent à l'acclimatation un caractère spécial, dont le milieu terrestre, plus aisément surveillé par l'homme, est dépourvu. »

ZOOLOGIE. — *Variations morphologiques et anatomiques présentées par le gésier chez quelques Coléoptères* (1). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *gésier* atteint un développement considérable chez les *Carabides* et les *Dytiscides*. La présence de bourrelets triangulaires, de denticules couverts de plaques chitineuses portant de longues soies cornées, indique qu'il a pour fonction d'aider à la trituration des substances alimentaires et aussi de les filtrer avant leur passage dans l'intestin moyen. Les descriptions relatées dans la présente Note se rapportent à divers Carabes (*Carabus purpurescens* Fabr., *C. auratus* L., *C. nemoralis* Illig.), au *Calosoma sycophanta* L. et au *Procrustes coriaceus* L.

» Le *gésier* des *Carabus auratus* et *C. nemoralis* présente une forme à peu près cylindrique ou légèrement ovoïde. Il se continue directement en avant avec l'œsophage, et se rattache en arrière, par un court pédoncule, à l'intestin moyen.

---

(1) Extrait d'un travail, actuellement en préparation, intitulé : *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'appareil digestif des Coléoptères*.

» La face antérieure de l'organe est à peu près plane et présente, en son milieu, une ouverture en forme de croix de Malte, très caractéristique. Aux quatre extrémités des bras de la croix existent de petits bourrelets, à pointe dirigée intérieurement, que nous avons désignés sous le nom de *denticules*. Entre ces derniers se trouvent de larges plaques chitineuses de forme triangulaire se prolongeant dans l'intérieur du gésier et appelées *dents*. La musculature du gésier est puissante.

» La face supérieure de chaque dent est légèrement convexe et son bord externe recourbé. Ce dernier se continue avec la membrane du jabot, après avoir effectué une petite inflexion en arrière. L'ensemble de ces courbures constitue un petit repli annulaire postérieur, entourant l'origine du gésier. Le bord interne des dents et celui des denticules sont garnis de longues soies cornées, à pointe recourbée en arrière. Ces soies, s'entrecroisant en tous sens, jouent le rôle de filtre et arrêtent, au passage, les corps trop volumineux ou incomplètement broyés. De plus, les dents constituent un appareil broyeur très compliqué, d'où le nom d'*organe masticateur* sous lequel on peut encore désigner le gésier. L'épaisse couche de muscles circulaires qui l'entoure, par ses contractions énergiques, rapproche ou écarte les dents et les denticules, de façon à rétrécir ou élargir ainsi sa cavité.

» Les dents et les denticules ne sont pas uniquement constituées par une masse compacte de substance chitineuse, mais bien par un petit épaississement lamelleux, de couleur brunâtre, sur lequel sont implantées d'innombrables soies cornées, de taille et de forme diverses.

» Les *dents*, au nombre de quatre, alternent avec les denticules. Elles affectent la forme d'une pyramide triangulaire dont la base, légèrement bombée, est tournée vers la cavité du jabot, et les faces latérales, plus ou moins inclinées, forment un angle dièdre interne, placé un peu en dehors de l'axe du gésier. Quant à la face externe, légèrement convexe, elle est directement appliquée contre la puissante musculature de l'organe. A l'état de repos, les bords internes des dents et des denticules sont parallèles et ont une direction à peu près rectiligne ne laissant entre eux qu'une fente, irrégulière et étroite, en forme de croix. Un peu en arrière, la cavité du gésier s'élargit et présente un orifice, à bords sinueux, établissant une communication avec l'intestin moyen.

» Chaque dent est recouverte d'une lamelle chitineuse qui tapisse les deux parois latérales du prisme, constitue la plaque basilaire et se continue avec l'intima interne du jabot. C'est sur le bord de cette plaque que sont implantées d'innombrables soies chitineuses, formant d'abord une couronne supérieure qui se continue, sur les faces latérales, en une toison compacte. La dent se termine, vers le tiers postérieur du gésier, par une pointe conique mousse, suivie d'un repli interne, continué par un bourrelet plissé aboutissant à l'orifice antérieur de l'intestin moyen.

» Toute la masse comprise entre les faces latérales des dents est occupée par un massif musculaire que nous avons étudié au point de vue histologique.

» Les *denticules*, au nombre de quatre, sont situées aux extrémités des bras de la fente cruciale, constituant l'orifice du gésier. Elles sont moins longues et plus aplaties que les dents et affectent, comme ces dernières, une forme de prisme triangulaire. La lamelle chitineuse recouvrante présente la même disposition que celle des dents et est également recouverte d'une abondante touffe de soies cornées. Ces soies forment, vers

le milieu de l'organe, deux bandelettes transversales de teinte noirâtre. En arrière, sont disposés de puissants faisceaux musculaires longitudinaux.

» L'orifice postérieur du gésier est muni d'une valvule à bords frangés.

» *Observations physiologiques.* — Il nous a été donné, maintes fois, au cours de nombreuses vivisections, faites sur des Procrustes ou de gros Carabes, d'observer certaines fonctions physiologiques du gésier, fonctions qui s'exercent concurremment avec celles du jabot.

» Fréquemment l'intestin antérieur est rempli d'une matière noirâtre, plus ou moins liquide, provenant des substances alimentaires ingérées. Quand l'animal est récemment ouvert, on voit parfois le gésier animé de contractions rythmiques, s'effectuant à intervalles à peu près égaux.

» Les gros muscles circulaires du gésier se contractent, d'arrière en avant, à partir de l'intestin moyen. Le contenu de l'organe est brassé énergiquement et poussé dans le jabot, qui se dilate sous l'afflux du courant semi-liquide. Le jabot se contracte à son tour par une série d'ondulations vermiformes qui se poursuivent fort en avant, jusqu'au milieu de l'œsophage. Le contenu intestinal, chassé incomplètement du gésier, y revient brusquement, par suite de la dilatation de ce dernier, et le retour est même si rapide que l'organe paraît toujours en partie gonflé.

» Les mêmes contractions réapparaissent et se poursuivent vers l'avant, rapprochant les dents et les denticules et soumettant ainsi la bouillie intestinale à une trituration complémentaire. Elles durent parfois plusieurs heures. Mais, peu à peu, ces contractions deviennent plus lentes, moins énergiques et, quand les matières sont suffisamment triturées et malaxées, on voit, de temps à autre, de petites contractions se produire en sens inverse des premières et certaines portions de la bouillie alimentaire franchir la valvule postérieure du gésier et passer par saccades dans l'intestin moyen. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides polychètes d'eau douce.* Note de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

« C'est dans les mers qui ont couvert autrefois toute la surface de la terre que se sont développés les premiers êtres vivants. Certains groupes zoologiques sont restés localisés dans leur milieu d'origine, mais la plupart d'entre eux ont fourni des formes qui se sont acclimatées à l'eau douce ou à la vie terrestre. Jusqu'à une époque relativement récente, les Annélides

polychètes ont été considérées comme faisant partie de la première catégorie, c'est-à-dire comme des animaux essentiellement marins. On connaît maintenant un certain nombre de Polychètes adaptés complètement à l'existence dans l'eau douce; ces Annélides se rapportent à quatre familles distinctes, celles des Néréidiens, des Euniciens, des Capitelliens et des Serpuliens.

» Parmi les *Néréidiens*, c'est le genre *Lycastis* Audouin et M. Edwards qui paraît le mieux s'accommoder des degrés de salure les plus divers. C'est ainsi qu'une espèce de la Guyane que j'ai fait connaître récemment [1], le *Lycastis ouanaryensis* Gravier, vit à la fois en milieu saumâtre, en compagnie de tarets, dans la mer, sur les côtes (Guyane française), où l'on peut la recueillir sous les pierres, à marée basse, et dans l'eau complètement douce, dans les criques du haut Ouanary (petit fleuve qui se jette dans la baie de l'Oyapok), ou dans les ruisseaux des marais de la région. J'ai pu examiner deux femelles remplies d'ovules voisins de l'état de maturité; elles ne présentaient aucune transformation ni dans le prostomium, ni dans les parapodes tout gonflés par les éléments sexuels; il ne paraît donc pas y avoir de phénomènes d'épigamie.

» La présence de ces formes sexuées en eau douce indique d'ailleurs que l'espèce est parfaitement acclimatée dans ce milieu. On sait, en effet, que lorsque des animaux marins, qui peuvent s'adapter à l'eau douce, sont trop brusquement amenés dans ce liquide, ils ne forment ni œufs ni spermatozoïdes, et même résorbent ceux qu'ils possédaient avant l'expérience. Il serait désirable d'observer un grand nombre d'individus, avec des éléments génitaux à divers degrés de développement, pour voir si les deux sexes sont absolument séparés. Il y aurait également intérêt à étudier l'influence du changement de milieu sur le développement de ces animaux. Le passage de la vie marine à l'existence dans l'eau douce ou sur la terre s'accompagne toujours d'une tachygenèse ou accélération embryogénique plus ou moins intense. En tout cas, la transformation épigamique paraît ici supprimée.

» On ne connaît actuellement qu'un *Eunicien* d'eau douce : c'est un *Lumbriconereis* (sp.?) qui a été trouvé par J. Kennel dans le fleuve Ortoire, à la Trinité.

» Le seul *Capitellien* d'eau douce qui ait été mentionné jusqu'ici est l'*Eisigella ouanaryensis* Gravier, qui a été recueilli dans les ruisseaux d'eau douce des marais du Ouanary. G. Ferronnière, en plongeant directement dans l'eau douce le *Capitella capitata* Fabricius, constata que ces animaux mouraient au bout de quelques minutes. Or, H. Eisig a réussi à faire vivre la même espèce dans de l'eau de mer de plus en plus diluée, à les conserver pendant 4 mois, dans un mélange contenant finalement 400^{vol} d'eau de mer pour 1000^{vol} d'eau douce, le poids spécifique s'abaissant de 1,034 à 1,0088.

» Parmi les *Serpuliens*, la tribu des Sabellides ne compte pas moins de quatre espèces réparties en trois genres, adaptées à l'eau douce : *Manayunkia speciosa* Leidy,

(1) Ch. Gravier, *Sur trois nouveaux Polychètes d'eau douce de la Guyane française* (*Bull. de la Soc. d'Hist. natur. d'Autun*, t. XIV, 1901, p. 353-372).

Caobangia Billeti Giard, *Dybowscella Godlewskii* et *Dybowscella baicalensis* J. Nusbaum.

» Les Polychètes d'eau douce, relativement très rares, présentent un intérêt exceptionnel, au point de vue de l'étude du mécanisme du passage de la vie en milieu salin à la vie dans l'eau douce, et du retentissement de ce changement d'ambiance sur tout l'organisme (développement avec ou sans métamorphoses, sexualité, etc.).

» Un grand nombre de naturalistes ont recherché la cause de la mort et observé les phénomènes qui la précèdent chez les animaux marins que l'on immerge dans l'eau douce et réciproquement; ils ont montré l'influence, à ce point de vue, de la température du milieu, de la taille et de l'état physiologique des individus soumis à l'expérience. Les phénomènes osmotiques auxquels donnent lieu les changements de milieu exercent une action directe sur le sang, tant sur le plasma que sur les éléments figurés; lorsque cette action est brusque et violente, la nutrition générale est arrêtée soudainement et la mort est presque immédiate. Mais si les modifications sont réalisées peu à peu, les hématies peuvent acquérir une certaine résistance; il se produit une accoutumance qui permet à l'animal de vivre dans un milieu défavorable à l'origine, et l'immunité ainsi acquise n'est peut-être pas sans analogie avec celles que peuvent conférer des inoculations appropriées contre les toxines microbiennes.

» J. Gogorza y Gonzàlez observant, comme ses devanciers et notamment comme Paul Bert, que la résistance d'un animal marin plongé dans l'eau douce est plus grande quand la température s'abaisse, pense qu'il est vraisemblable d'admettre que l'adaptation des animaux marins à l'eau douce s'est faite de préférence aux époques de refroidissement du globe terrestre. Cette hypothèse ne paraît guère plausible, d'après ce que nous voyons se produire actuellement dans l'Amérique tropicale, où la température est constamment élevée et où une même espèce, le *Lycastis ouanaryensis* Gravier, s'accommode aussi bien de l'eau de mer que de l'eau douce et de tous les intermédiaires.

» L'histoire de ces Annélides polychètes d'eau douce peut jeter quelque lumière sur l'origine des Oligochètes qui se relient probablement aux Polychètes par plusieurs phylums distincts. H. Eisig a d'ailleurs montré que la séparation des deux groupes de Chétopodes n'est rien moins qu'absolue. »

ZOOLOGIE. — *L'excrétion chez les Cirripèdes.*
Note de M. L. Bruntz, présentée par M. Y. Delage.

« La méthode des injections physiologiques m'a donné, sur les organes excréteurs des Crustacés supérieurs, quelques résultats intéressants rapportés dans une Note précédente ([1]). J'ai appliqué la même méthode au groupe des Cirripèdes pendant mon séjour au laboratoire de Roscoff, où j'ai étudié les formes :

» *Thoraciques :* 1° Pédonculés : *Lepas anatifera* L., *Pollicipes cornucopiæ* Leach; 2° Operculés : *Balanus tintinabulum* chenu;

» *Rhizocéphales : Sacculina Carcini* Thomps.

» Chez les premiers, j'ai reconnu trois organes excréteurs :

» 1° Le rein maxillaire;

» 2° Un organe céphalique clos;

» 3° Une des glandes annexes du tube digestif (glande brune de Nusbaum).

» 1° *Rein maxillaire.* — Connu déjà par Darwin et Hoeck, c'est seulement Nusbaum qui lui donne son nom. Les descriptions que nous en possédons sont de Koehler et Gruvel. Tous s'accordent à reconnaître dans l'organe rénal un sac clos; les deux derniers auteurs concluent même à la présence d'un rein d'accumulation. Tous aussi ont considéré les deux grandes lacunes qui bordent intérieurement le rein comme des parties de la cavité générale; chacune communiquant, ce qui est vrai, directement avec l'extérieur par un fin canal débouchant sur la dernière des pièces buccales. Ma méthode m'a facilité l'étude de cet organe, le carminate d'ammoniaque est éliminé par l'épithélium rénal; de ce fait il a une belle teinte rose qui en délimite nettement les contours sur les coupes et permet d'en étudier facilement les relations. Ces cellules sécrètent des boules qui tombent dans la cavité du sac rénal, ce qui prouve qu'il ne peut être question de rein d'accumulation.

» Ces boules sont naturellement colorées en rouge par le carmin éliminé. Nous les retrouvons dans les lacunes que les auteurs appelaient *cavité générale* et que désormais j'appellerai *labyrinthe* par analogie avec les reins antennaires et maxillaires des Crustacés supérieurs. C'était donc la meilleure preuve qu'une communication existait entre le rein, qui devenait comparable à un saccule, et le labyrinthe. Sur des coupes rigoureusement sériées, nous avons constaté la présence de cet orifice du côté interne de la grande corne dorsale. Tout autour, les cellules épithéliales sont plus petites et n'éliminent plus le carmin. J'ai eu la chance de trouver dans mes préparations une boule excrétée qui traversait l'orifice.

([1]) L. Bruntz, *L'excrétion chez les Crustacés supérieurs* (*Comptes rendus*, 13 octobre 1902).

» 2° *Organe céphalique clos.* — Cet organe élimine le carminate. Il est composé de deux amas de cellules situés symétriquement dans la partie céphalique, au-dessus du niveau des pièces buccales, à l'endroit même où le manteau se rattache au corps. Ils ont une forme lenticulaire, sont placés dans le tissu conjonctif entre l'épithélium cuticulaire et de gros diverticules de la glande blanche de Nusbaum. Les cellules qui le constituent sont nombreuses, très grosses, plus ou moins régulières, munies d'une membrane et possédant toutes de trois à cinq petits noyaux sphériques. Le cytoplasme granuleux contient le carmin précipité uniformément dans sa masse. Je n'ai pas trouvé mention de cet organe dans la littérature.

» 3° *Glande hépatique.* — Après injection de couleurs d'aniline dans le pédoncule de *Lepas*, on retrouve après élimination la matière colorante dans le tube digestif, où elle colore les matières qu'il contient. La même couleur se retrouve aussi dans beaucoup de cellules de la glande brune de Nusbaum, glande hépatique de Gruvel, ce qui semblerait indiquer qu'elles ne sont fonctionnelles que par groupes. Le pigment qu'elles contiennent est peut-être le produit d'excrétion normal.

» Quant aux Rizocéphales, M. Y. Delage ([1]), dans sa belle étude anatomique et physiologique de la Sacculine, dit qu'il n'existe pas d'organe excréteur différencié, mais il pense que les parties légèrement différenciées de l'extrémité des racines, les follicules lagéniformes, peuvent jouir de cette fonction. Mes expériences ne confirment pas cette supposition. Les matières colorantes semblent s'éliminer par osmose à travers la surface entière des racines, car jamais nous n'avons pu constater que les follicules lagéniformes soient devenus plus colorés que d'autres parties, et cela même après élimination presque totale, ce qui cependant n'eût pas manqué d'avoir lieu si ces parties avaient eu pour rôle de soutirer, pour les éliminer, les matières colorantes injectées. J'ai eu l'occasion de montrer que le produit éliminé était une base analogue à la méthylamine ([2]). »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Application d'un caractère d'ordre éthologique à la classification naturelle.* Note de M. L. Matruchot, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait, depuis les recherches de Brefeld et de Van Tieghem, que les *Piptocephalis* (qu'on rencontre dans la nature, vivant en parasites sur des

---

([1]) Y. Delage, *Évolution de la Sacculine* (*Arch. de Zoologie expérimentale*, 2e série, t. II, 1895).

([2]) L. Bruntz et J. Gautrelet, *Étude comparée des liquides organiques de la Sacculine et du Crabe* (*Comptes rendus*, 18 août 1902).

Mucorinées) sont *nécessairement parasites*; que, de plus, leur parasitisme ne s'exerce qu'aux dépens de certaines Mucorinées, à savoir les Mucoracées (Pilobolées et Mucorées); enfin, que toutes les Mucoracées sont susceptibles d'être parasitées par les *Piptocephalis*.

» I. S'il était démontré que les *Piptocephalis* ne peuvent vivre sur aucune espèce de Champignon hors du groupe des Mucoracées, le fait de pouvoir servir d'hôte à un *Piptocephalis* devrait dès lors être considéré comme une caractéristique absolue des Mucoracées.

» C'est ce premier point que j'ai cherché d'abord à établir :

» A la vérité, pour faire cette démonstration, il ne saurait être question de tenter la culture des *Piptocephalis* successivement sur toutes les espèces de Champignons connues. Mais j'ai opéré sur un tel nombre d'espèces fongiques, appartenant aux groupes les plus divers, que la conclusion s'impose avec toute la rigueur désirable.

» J'ai cherché, en effet, à faire vivre en parasite un *Piptocephalis* déterminé (*P. Tieghemiana* Matr.) sur près de cent espèces, appartenant aux divers ordres de Champignons, depuis les Myxomycètes jusqu'aux Basidiomycètes les plus élevés en organisation (1). Tous les essais ont été effectués par la méthode des cultures pures simultanées, et, comme l'essai de chaque espèce a porté sur quatre à cinq cultures au moins, tout résultat, même négatif, doit être considéré comme concluant.

---

(1) La liste des espèces sur lesquelles j'ai opéré est trop longue pour pouvoir être donnée ici. Je ne citerai que les genres ou espèces les plus typiques :

Myxomycètes. — *Dictyostelium mucoroides*, vivant lui-même en symbiose avec une Bactérie (culture pure).

Oomycètes. — *a.* Mucoracées : *Pilaira, Mucor, Rhizopus, Absidia, Sporodinia, Phycomyces, Chætocladium, Thamnidium, Helicostylum, Chætostylum*. — *b.* Autres Mucorinées : *Mortierella* (quatre espèces). — *c.* Entomophthorées : *Boudierella coronata* et une Entomophthorée non déterminée. — *d.* Péronosporées : *Phytophthora infestans*.

Ascomycètes. — *a.* Discomycètes : *Pyronema confluens, Morchella esculenta* et *rimosipes, Geoglossum, Bulgaria, Spathularia flavida, Nectria, Mollisia*, etc. — *b.* Pyrénomycètes : *Sordaria, Chætomium, Claviceps purpurea, Hypocrea alutacea*, etc. — *c.* Périsporiacées : *Eurotium repens, Gliocladium penicillioides*, etc.

Basidiomycètes : *Lepiota procera, Armillaria mellea, Tricholoma nudum, Collybia* sp., *Psalliota campestris, Pleurotus ostreatus, Coprinus comatus* et *ephemerus, Matruchotia varians*, etc.

Fungi imperfecti : *Amblyosporium umbellatum, Gliocladium viride; Sterigmatocystis, Aspergillus, Penicillium* et *Coremium* variés; *Arthrobotrys, Cephalothecium; Cladosporium, Alternaria, Macrosporium; Verticillium, Dactylium Acrostalagmus, Diplocladium, Fusarium, Volutella; Isaria, Cordyceps* sp., *Sporotrichum globuliferum; Botrytis cinerea, Polyactis, Trichophyton* divers, etc.

» Or les résultats de cette série d'expériences sont particulièrement frappants : 1° toutes les cultures de *P. Tieghemiana* sur Mucoracées ont réussi; 2° toutes les cultures sur Champignons autres que les Mucoracées ont échoué.

» En conséquence, *Piptocephalis Tieghemiana* doit être considéré comme pouvant caractériser, d'une façon précise, les Mucoracées par rapport à tous les autres Champignons. Il constitue, en quelque sorte, un *réactif* des Mucoracées, et il permet de les *définir éthologiquement* par cette propriété qu'elles ont de lui pouvoir servir d'hôte, et qu'elles sont seules à posséder.

» II. Ayant à ma disposition un instrument de contrôle d'une si rigoureuse précision, j'ai cherché à en faire l'application à une moisissure d'origine africaine, *Cunninghamella africana* Matr., non encore décrite et classée. Cette moisissure ne présente aucun des organes de reproduction (œufs ou sporanges) caractéristiques des Mucoracées; elle possède, au contraire, d'abondantes spores exogènes, lesquelles sont inconnues chez les Mucoracées. Mais son appareil végétatif me paraissant offrir d'étroites affinités avec le mycélium des Mucoracées, j'estimai être en présence d'une Mucoracée aberrante.

» *Cunninghamella africana* s'est développée spontanément et en saprophyte sur du crottin de chameau recueilli à l'état sec dans le Soudan français, expédié à cet état en France, et placé aseptiquement dans une enceinte humide.

» C'est un Champignon à *mycélium non cloisonné*, comme les Mucoracées; mais, pas plus à l'état spontané que dans les conditions de culture les plus variées, il n'a jamais donné ni sporanges ni œufs, mais bien uniquement des conidies.

» Ces conidies naissent solitaires sur des têtes sphériques terminant les branches d'un arbuscule assez ramifié. L'aspect général est celui d'une fructification d'*Œdocephalum* à pied ramifié, et c'est sans nul doute parmi ce genre de Mucédinées qu'on rangerait *C. africana* si l'on ne faisait appel qu'à des caractères tirés de la morphologie et du développement.

» Mais (et à mes yeux c'est ici un point capital) *C. africana* se montre propre à servir d'hôte à *Piptocephalis Tieghemiana*.

» En conséquence, malgré l'absence d'œufs et de sporanges, *Cunninghamella africana* doit être classé parmi les Mucorinées, au voisinage ou dans le groupe des Mucoracées ([1]). Il constitue le premier type connu de Mucorinée à végétation uniquement conidienne.

([1]) Il convient d'ailleurs de remarquer que par son appareil végétatif, son mycélium à structure continue et à courants protoplasmiques très nets, ses rhizoïdes différenciés, etc., *C. africana* se rapproche effectivement des Mucoracées.

» III. Le caractère d'ordre éthologique dont il vient d'être fait usage doit être considéré comme un caractère taxonomique de premier ordre. Il suppose, chez les êtres qui le présentent en commun, les affinités les plus étroites. Non seulement la structure et les propriétés de la membrane sur laquelle s'implante le parasite doivent être les mêmes; mais la structure, les propriétés, la vie même du protoplasma doivent être bien semblables chez des plantes hospitalières qui fournissent à un être aussi étroitement exigeant qu'un *Piptocephalis* les conditions nécessaires à son existence.

» A ma connaissance, il n'a jamais été fait usage, pour la classification des Végétaux, de caractères éthologiques de cette nature. Il semble que, dans des cas aussi précis que celui-ci, il y ait toute sécurité à y faire appel. Peut-être même faudrait-il voir là une méthode assez générale, susceptible de fournir, dans certains cas, de nouvelles indications utiles à la recherche de la classification naturelle des êtres vivants. »

BOTANIQUE. — *De la répartition des sphérulins dans les familles végétales.* Note de M. **Louis Petit**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Communication ([1]) j'ai montré qu'il existe, dans les cellules chlorophylliennes de certaines feuilles, un petit globule (rarement deux ou plus) se colorant fortement par la teinture d'alkanna comme les graisses, les cires, les résines, et auquel j'ai donné le nom de *sphérulin*. Mes premières recherches, qui avaient porté sur les Gamopétales et les Dialypétales, en me montrant la disparition graduelle des sphérulins, au fur et à mesure que l'on s'abaisse dans l'échelle végétale, m'avaient fait penser que ces petits corps devaient être fort rares dans les familles inférieures, c'est-à-dire appartenant aux Apétales et aux Monocotylédones. L'étude de ces groupes a justifié mes prévisions.

» Voici la liste des familles examinées et le nom des rares espèces où j'ai rencontré des sphérulins. Le chiffre entre parenthèses, qui suit chaque nom, indique le nombre des genres étudiés.

» Apétales inférovariées. — Cupulifères (7). Juglandées (2).

» Apétales supérovariées. — Chénopodiacées (7). Polygonées (5). Urticacées (6). Pipéracées (3): *Piper, Peperomia,* pas de sphérulins. *Saururus cernuus,* sphérulins. Salicinées (2). Platanées (1). Myricacées (1).

([1]) *Comptes rendus*, 23 décembre 1901.

» MONOCOTYLÉDONES, Iridinées. — Orchidées (3). Scitaminées (7). Broméliacées (2). Hémodoracées (1). Iridées (4) : *Gladiolus psittacinus*, sphérulins. *Schizostylis coccinea*, petits sphérulins. Dioscoréacées (3). Amaryllidées (5).

» Liliinées. — Liliacées (8) : *Astelia Banksii*, sphérulins. Pontédériacées (1). Commélinacées (2). Alismacées (1).

» Joncinées. — Joncacées (3) : *Juncus glaucus*, *J. effusus*, petits sphérulins. Palmiers (3).

» Graminidées. — Pandanées (1). Typhacées (2) : *Sparganium ramosum*, petits sphérulins. Aroïdées (6). Naïadacées (1). Cypéracées (3). Graminées (8) : *Arundo Donax*, *Melica pyramidalis*, sphérulins.

» On voit que, d'une manière générale, les sphérulins manquent dans les Apétales et les Monocotylédones. Parmi les Pipéracées, il est possible que les Saururées en possèdent et que les Pipérées en soient dépourvues. Les Iridées en renferment peut-être aussi dans un certain nombre de genres. Mais, malgré les deux réserves précédentes, je ne crois pas qu'une seule famille d'Apétales ou de Monocotylédones renferme une majorité de genres à sphérulins.

» N'étant pas encore bien fixé sur la substance des sphérulins (qui est peut-être variable), je me bornerai à faire connaître une réaction qu'ils présentent communément. Si l'on traite successivement les coupes, qui les renferment, par de l'eau de Javel, de la teinture d'iode et finalement par de la glycérine, ils se colorent en marron. »

GÉOLOGIE. — *État actuel du volcan de la Martinique.* Note de M. **Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai envoyé déjà à l'Académie quelques renseignements préliminaires sur le cratère de la Montagne Pelée. A la suite d'une nouvelle ascension, effectuée le 8 novembre, dans de meilleures conditions que les précédentes, e me propose aujourd'hui de compléter ces premières données et de préciser la nature du cône central formé au milieu du cratère; ce n'est pas un *cône de débris*, édifié par projections, c'est un *cumulo-volcan*, constitué par des roches cohérentes, s'éboulant sans cesse, mais continuant à s'élever tranquillement, presque à vue d'œil, sous l'influence de la poussée interne.

» *Le cratère.* — L'éruption actuelle a sensiblement modifié la topographie du sommet de la Montagne Pelée. Le point culminant de celui-ci était en effet autrefois constitué par le morne La Croix, dominant au Sud-Est

un petit plateau, creusé d'une cavité peu profonde (le lac des Palmistes). Ce lac était, du côté du Nord-Ouest, dominé par un morne (reste d'une ancienne coulée d'andésite), que l'éruption n'a pas entamé et qui, le cône mis à part, forme maintenant le point le plus élevé de la montagne.

» Au pied Sud-Ouest du morne La Croix s'ouvrait une large cuvette de 800^m environ de diamètre, au fond rétréci de laquelle (300^m environ de diamètre) se trouvait à 700^m d'altitude environ l'Étang Sec (200^m de diamètre). Les crêtes qui le dominaient étaient constituées par le morne Paillasse au Nord, le Petit Bonhomme à l'Ouest, la Petite Savane au Sud. Du côté du Sud-Ouest, entre le Petit Bonhomme et la Petite Savane, s'ouvrait une déchirure dominant la haute vallée de la rivière Blanche. C'est cette cuvette profonde qui constitue le cratère actuel. La déchirure Sud-Ouest a été en s'agrandissant depuis le 5 mai, date de l'effondrement du barrage de l'Étang Sec, et forme maintenant la prolongation, sans escarpement, de la haute vallée de la rivière Blanche.

» J'ai pu faire le tour de près des trois quarts de la crête du cratère; celle-ci est d'altitude irrégulière; sa partie Nord-Ouest est la moins élevée, sa partie culminante est constituée par ce qui reste du morne La Croix. Depuis notre précédente ascension, il semble que celui-ci se soit encore éboulé; son altitude, mesurée à l'aide d'un baromètre holostérique, est en effet (9 novembre) de 1220^m (15^m seulement plus élevé que l'emplacement occupé jadis par le lac des Palmistes). La partie éboulée représente donc environ 130^m depuis le commencement des éruptions. Le sommet qui surplombe le bord du cratère est extrêmement fendillé et parcouru par un courant d'air chaud; le thermomètre, placé dans une fente de ce rocher, indique $+ 62^\circ$ C.

» Les bords du cratère, sauf ceux du côté Est et dans les parties rocheuses (morne La Croix, Petit Bonhomme), sont formés par une arête vive dont la pente extérieure est, par places, suffisamment raide pour qu'il soit difficile d'y circuler. Le bord Est, au contraire, est en partie constitué par un petit plateau, prolongation vers le sud du lac des Palmistes aujourd'hui remblayé.

» Les parois intérieures sont presque partout absolument verticales : c'est le cas, notamment du côté Nord, où cette paroi semble avoir été taillée dans le tuf, comme avec un couteau. Il résulte de cette disposition que toutes les eaux qui tombent sur le sommet de la montagne s'écoulent extérieurement au cratère, à l'exception de celles qui tombent sur le plateau Est et qui sont en partie déversées dans le cratère lui-même, déter-

minant des érosions assez intenses sur la paroi de celui-ci. Des fissures nombreuses, disposées parallèlement aux bords du cratère, montrent que ceux-ci s'élargissent peu à peu par effondrement, mais cet élargissement me semble avoir été peu important depuis la fin de juin.

» La surface des bords du cratère est uniformément recouverte d'une couche de cendres très fines; grâce à l'absence de grandes explosions depuis le commencement de septembre, la surface de celle-ci est rougie par oxydation, mais il suffit de la gratter pour faire apparaître la couleur gris verdâtre de la cendre humide. Cette cendre est stratifiée et constituée par des alternances de lits compacts et d'autres, uniquement formés par de petits *pisolites* de cendres qu'il est facile, par le moindre choc, de détacher les uns des autres. Cette structure me paraît due à l'action combinée de la pluie et d'une rapide dessiccation sur des cendres fines; je l'ai observée non seulement sur les cendres du sommet de la montagne, mais encore sur toute la côte, entre le Prêcheur et Saint-Pierre; elle se produit aussi aux dépens des parties les plus fines des tufs ponceux anciens, désagrégés par les eaux, et s'accumulant dans les anfractuosités du sol.

» La cendre du sommet de la Montagne Pelée, grâce à la finesse de ses éléments, se délaye avec la plus grande facilité et une rapidité non moins grande. Quelques minutes de pluie suffisent pour transformer en boue le sol, sur lequel on circule facilement après quelques instants de soleil. On comprend aisément, lorsqu'on a assisté à quelques-unes de ces averses sur la montagne, quelle est l'origine des torrents d'eaux boueuses noires ou jaunes qui sont si caractéristiques des périodes d'éruption (le Prêcheur, Basse-Pointe, rivière Blanche, etc.).

» Toutes les rigoles creusées par les eaux dans ces cendres mettent à découvert au-dessous d'elles un cailloutis de petits fragments anguleux de projection (andésite compacte, vitreuse ou ponceuse), mélangés à des bombes.

» Quant aux grosses bombes, elles sont relativement peu abondantes au Nord et à l'Est, elles deviennent plus nombreuses au Sud-Est et au Sud, et, dans cette partie, les fragments d'andésite ancienne arrachés au sous-sol ont paru y être en plus grand nombre qu'ailleurs. Cette observation est conforme d'ailleurs à celles que j'ai faites dans la vallée de la rivière Blanche et qui montrent que c'est dans le secteur Sud-Ouest que s'est, sans exception, produit le maximum d'intensité de toutes les éruptions.

» Je n'ai observé, sur les crêtes, aucune fumerolle *localisée*, mais le sol est tiède; il suffit de creuser un trou de quelques centimètres pour que le

thermomètre y atteigne jusqu'à 82° C. Les petits fragments de roche y sont recouverts de cristaux de soufre et de gypse imprégnés de pyrite ou recouverts de concrétions d'alunogène.

» Le fond du cratère est actuellement à 150m environ au pied du sommet du morne La Croix; il paraît plus bas du côté du Sud, plus élevé du côté du Nord. La cavité cratériforme est réduite à un étroit couloir circulaire qui entoure de toutes parts le cône central; cette sorte de rainure communique librement avec la vallée de la rivière Blanche par la déchirure Sud-Ouest du cratère.

» *Le cône.* — Le cône central est constitué par de la lave compacte, formant des falaises à parois verticales, qui, en un point du côté Est, sont visibles jusqu'au fond même du cratère; partout ailleurs, la base du cône est formée par un talus d'éboulis qui, par l'échancrure Sud-Ouest du cratère, descend jusqu'à la rivière Blanche, alors que, dans toutes les autres directions, il va, comblant peu à peu ce qui reste de la cavité cratériforme.

» Toutes les observations que nous avons pu faire sur ce cône montrent que celui-ci est en voie d'accroissement assez rapide, malgré les éboulements incessants qui s'y produisent. Cet accroissement peut être étudié facilement du Sud et de l'Est de la montagne; c'est vers le 11 août que, du Morne-Rouge, on l'a vu pour la première fois émerger du profil de la montagne. C'est à peu près à la même époque qu'on a pu l'apercevoir d'Assier où est installé l'un de nos postes, d'où nous l'observons jour et nuit.

» Le 10 octobre, on le voyait d'Assier sous la forme d'un petit bourrelet, semblant avoir la même élévation que le morne La Croix auprès duquel il émergeait. Pendant les jours suivants, il s'est accru rapidement, s'étalant vers le Nord et le Sud et atteignant 90m d'élévation environ au-dessus du bord du cratère; c'est à peu près la dimension qu'il a actuellement (10 novembre), bien que sa pointe la plus aiguë se soit écroulée il y a quelques jours.

» Lors de notre ascension du 15 octobre, le sommet, vu des bords du cratère, se présentait sous la forme d'une crête dentelée, dirigée à peu près Nord-Sud, son piton notablement plus élevé que les autres; cette crête dépassait d'environ 50m le bord du cratère. Aujourd'hui, au milieu de celle-ci, se dresse, d'un seul jet, un énorme piton, à paroi verticale, à surface lisse du côté de l'Est par suite du décollement; il a une centaine de mètres de hauteur, il n'est pas placé au milieu du cône, mais sur son bord

Nord-Est, à une centaine de mètres seulement du morne La Croix et vis-à-vis de celui-ci.

» Ce cône est fissuré dans tous les sens; des bouffées de gaz et de vapeurs s'en échappent sans interruption, soit verticalement, soit *horizontalement*. Elles sont accompagnées d'éboulements considérables produisant un très grand fracas; les blocs tombant les uns sur les autres rendent généralement un son comparable à celui de bris de verre, ce qui est du reste conforme avec la structure très vitreuse des blocs que l'on trouve éboulés dans la vallée de la rivière Blanche ou projetés sur le sommet de la montagne.

» Il n'existe pas de cheminée centrale; il semble parfois, lorsqu'on examine le volcan de loin, qu'un panache de vapeurs se dégage du piton le plus élevé, mais l'examen attentif que nous en avons fait depuis 15 jours, du poste d'Assier, permet d'assurer qu'il s'agit là, ou bien de la réunion des vapeurs des fissures superficielles du cône, ou bien de bouffées partant de la rainure, en avant ou en arrière du piton central et montant lentement le long de celui-ci. C'est d'ailleurs principalement de cette rainure du cratère, et en particulier *au voisinage de l'échancrure Sud-Ouest*, que partent les grandes poussées de vapeurs qui, les jours où il y a peu de vent, montent verticalement à plusieurs kilomètres de hauteur.

» La structure de ce cône ne laisse aucun doute sur son mode de formation. On ne peut s'arrêter un instant à l'hypothèse d'un cône de débris; la quantité de blocs projetés sur les bords du cratère, à 100^m seulement du cône, est d'ailleurs négligeable, comparée à la masse de celui-ci; il n'en serait pas de même si l'on avait affaire à un cône de débris. Il n'est pas douteux, à mon avis, qu'il s'agit là d'un *cumulo-volcan*, d'un énorme bourrelet de lave andésitique qui s'édifie à la bouche d'une ouverture souterraine. Celui-ci, grâce à la lenteur de la poussée, à sa continuité et à la faible fusibilité du magma, se consolidant dès son arrivée à la surface, peut conserver sa forme actuelle, au lieu de donner naissance à une coulée, comme cela arriverait vraisemblablement si l'afflux de matière profonde se faisait beaucoup plus rapidement.

» Les éboulements continuels se produisant dans toutes les parties du cône me paraissent hors de proportion avec les bouffées gazeuses qui les accompagnent et dont la sortie ne peut en être seule la cause. J'y vois plutôt un effet de l'action continue de la matière fondue ascendante, disloquant des roches fendillées par un refroidissement brusque.

» Cette opinion est légitimée par les phénomènes lumineux visibles la

nuit chaque fois que la montagne n'est pas couverte de nuages. Le cône est alors irrégulièrement éclairé : il ne s'agit pas là de flammes, mais de lueurs très vives, très bien délimitées, d'un rouge comparable à celui d'un feu de forge.

» Elles apparaissent d'abord, très brillantes, puis perdent progressivement leur intensité. Dans la nuit du 9 au 10 novembre, j'ai vu nettement cette lueur partir de la base du cône (visible d'Assier), monter suivant une ligne sinueuse, avec localement de brusques augmentations d'intensité, atteindre le sommet et envoyer des branches latérales. Au bout d'une demi-heure environ, ce phénomène avait disparu *progressivement*. Il ne me paraît guère possible d'expliquer ce qui vient d'être décrit, autrement que par la montée, puis le refroidissement progressif, du magma andésitique fondu dans les fentes de retrait de parties déjà consolidées de la même lave. On peut expliquer également, par la brusque mise à découvert d'une portion incandescente du cône, une vive illumination d'une large surface de celui-ci, survenue quelques nuits auparavant, peu d'heures avant que je ne constate, à la même place, la chute d'une des aiguilles terminales du cône.

» Nos deux postes d'observation, dont le second va incessamment fonctionner d'une façon régulière, vont me permettre de coordonner des observations faites heure par heure des deux côtés opposés du cône; je ferai connaître à l'Académie toutes les particularités qui paraîtront dignes de son attention.

» Comme conclusion, je ferai remarquer que, bien que, depuis près de deux mois et demi, il ne se soit produit à la Montagne Pelée aucune grande explosion, les manifestations de l'activité volcanique ne s'en poursuivent pas moins silencieusement et d'une façon continue; aussi ai-je engagé vivement l'administration de la colonie à maintenir intégralement toutes les mesures d'évacuation préventive du voisinage du volcan, qui me paraissent toujours indispensables. »

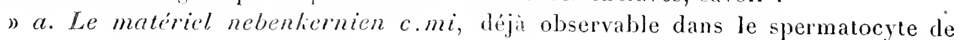
EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'évolution de la spermatide chez le* Notonecta glauca. Note de MM. **J. Pantel** et **R. de Sinéty**, présentée par M. Alfred Giard.

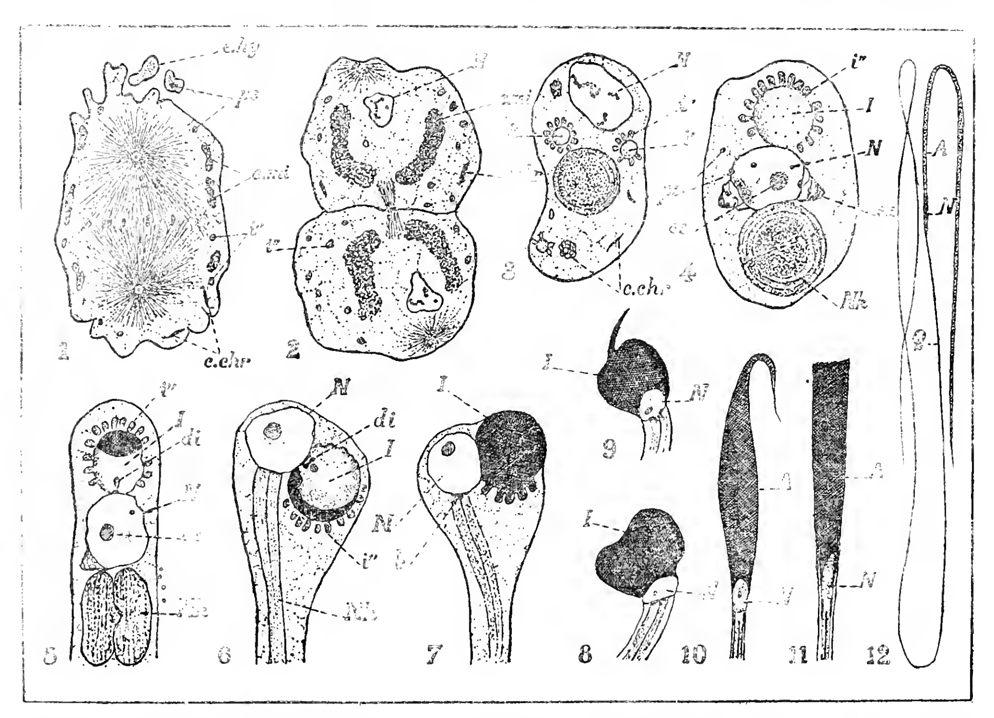
« Les stades que nous distinguerons ne sont pas définis par une discontinuité de l'évolution, et beaucoup d'entre eux ont un caractère très

artificiel; nous ne les adoptons provisoirement que pour la rapidité de la description.

» I. *État initial de la spermatide* (*fig.* 2). — Le noyau est petit, la chromatine peu abondante et en granules isolés. Le corps cytoplasmique, à trame réticulée, est rendu très hétérogène par la présence de nombreuses enclaves, savoir :

» *a. Le matériel nebenkernien c.mi*, déjà observable dans le spermatocyte de





1, spermatocyte de deuxième ordre : 2-11, spermatide ; 12, spermatozoïde presque mûr. — A, acrosome ; I, idiozome ; N, noyau ; *Nk*, *Nebenkern* ; Q, queue ; *b*, blépharoplaste ; *ca.* calotte ; *c.chr*, corpuscules chromatinifères ; *c.mi*, condensations mitochondriennes ; *cs*, caryosome ; *di*, différenciations idiozomiques ; *e.hy*, excrescences hyalines ; *i'*, *i''*, corpuscules idiozomiques principaux et secondaires ; *ps*, plasmosomes.

premier ordre en prophase sous la forme de condensations qui peuvent constituer une zone périnucléaire plus ou moins complète ; aux télophases des divisions maturatives cette zone s'ouvre largement du côté du pôle, expulse, pour ainsi parler, le noyau et se masse derrière lui autour du reste fusoriel ;

» *b. Les corpuscules idiozomiques secondaires i''* : nous désignons ainsi une catégorie d'enclaves arrondies ou cuboïdes, d'abord très petites, arrivant par croissance à une taille médiocre uniforme, homogènes, avec une zone membraniforme plus dense à la périphérie ; on peut les suivre au travers des cinèses maturatives jusque dans les spermatocytes de premier ordre en prophase ;

» *c. Les corpuscules chromatinifères c.chr.*, autre sorte d'inclusions de même

ancienneté, petites, ayant la forme d'écailles, de lentilles, de masses arrondies: on y distingue généralement une partie très chromatophile et une autre, non ou à peine colorable;

» *d. Des plasmosomes émigrés ps*, en nombre variable; il s'en trouve d'ailleurs dans les spermatocytes au cours des divisions maturatives, soit dans le corps cellulaire, soit dans ses expansions pseudopodiques (*excrescences hyalines* de Platner, *fig.* 1, *e.hy*).

» II. *Apparition des corpuscules idiozomiques principaux* (*fig.* 3, *i'*). — Les éléments qui doivent former la masse fondamentale de l'idiozome ne tardent pas à se montrer sous la forme de globules hyalins, achromatophiles, homogènes, d'abord petits et nombreux, successivement plus rares et plus volumineux, vraisemblablement par suite de coalescences; ils paraissent exercer sur les *corpuscules secondaires* mentionnés plus haut une sorte d'attraction (chimiotactique?), par suite de laquelle ils en sont fréquemment environnés; le *Nebenkern*, N*k*, a pris une structure lamellaire; les petites formations chromatinifères se portent les unes sur les autres et se soudent en masses d'apparence spongieuse.

» III. *Constitution de l'idiozome* définitif (*fig.* 4 et 5, I). — La confluence directe ou indirecte de la substance hyaline précédemment distribuée en sphérules donne un corps unique, globuleux, qui s'accole au noyau du côté opposé au *Nebenkern*. Les corpuscules idiozomiques secondaires demeurent assez longtemps groupés autour de cette masse en une zone concentrique régulière qui apparaît dans les coupes comme une guirlande moniliforme, puis se fusionnent graduellement et individuellement avec elle. Des différenciations ne tardent pas à se montrer à l'intérieur. Outre une constellation de très petites granules, outre des inclusions vacuoliformes de substance sidérophile, de nombre, de grandeur et de rapports variables, il y a une formation jusqu'ici énigmatique, peut-être en relation avec le développement de l'acrosome, en tout cas remarquable d'allure et de constance. Elle est périphérique. A sa première apparition l'on voit un petit disque chromatophile, accolé par son plat interne à une masse ovalaire ou sphérique, bien limitée mais à peine distincte du fond général comme colorabilité, tandis qu'il s'applique par son plat externe sur la surface de contact de l'idiozome avec le noyau (*fig.* 5, *di*). Plus tard une nouvelle masse chromatophile, en forme de lentille biconcave (étranglée en biscuit sur les vues de profil), s'interpose entre les deux corps précédents (*fig.* 6).

» Les corps chromatinifères, en nombre réduit et de dimensions corrélativement accrues, sont venus s'appliquer sur le noyau sous la forme de *calottes, ca*; leur matière chromatique émigre manifestement de l'extérieur vers l'intérieur et passe dans le noyau, où l'on ne tarde pas à la retrouver sous la forme d'amas plus ou moins denses, estompés dans leurs contours. Les calottes disparaîtront un peu plus tard (par résorption?).

» L'élément nucléinien, devenu successivement plus insensible aux colorants ordinaires, tend à se condenser en un volumineux caryosome *cs*. Les plasmosomes *ps* émigrent dans le cytoplasme, où ils se dissolvent (*corps chromatoïde* de Benda); il n'est pas rare de les saisir sur le fait de leur passage au travers de la membrane, laquelle les retient quelque temps comme enchâssés (*fig.* 4).

» Le *Nebenkern* est partagé en deux moitiés accolées et engrenées formant un tout à contour arrondi.

» IV. *Nutation de la spermatide.* — Un premier mouvement, dans lequel tout se passe comme si le noyau tournait sur lui-même en entraînant l'idiozome qui se trouve ainsi temporairement rapproché du *Nebenkern* (*fig.* 6 et 7), est bientôt suivi du redressement de la spermatide. Cette sorte d'oscillation marque un stade très caractéristique peut-être en relation avec l'allongement du *Nebenkern*.

» Le blépharoplaste, assez généralement, se voit déjà à la base du *Nebenkern* (*fig.* 7, *b*). La surface de contact du *Nebenkern* et du noyau montre une tendance marquée à fixer l'hématoxyline ferrique. »

ANATOMIE. — *Sur la présence des corpuscules acidophiles paranucléolaires dans les cellules du* locus niger *et du* locus cœruleus. Note de M. G. Marinesco, présentée par M. Bouchard.

» En examinant les cellules du *locus niger* et du *locus cœruleus* avec différents procédés de coloration, tels que la méthode de Romanowski, les liquides de Biondi, d'Erlich, ou des couleurs combinées, acides et basiques, j'ai trouvé constamment chez l'adulte, à l'intérieur du noyau des cellules du *locus niger* et fréquemment dans celles du *locus cœruleus*, des corpuscules en nombre variable, situés au voisinage du nucléole. Ces corpuscules prennent toujours la couleur acide.

» C'est ainsi que par la méthode de Romanowski ils se colorent habituellement en rouge brique, quelquefois en rouge vénitien, d'autres fois encore en rouge orange. Si on emploie une couleur acide simple, non composée, telle que la fuchsine, la francéine ou l'érythrosine, on constate ce fait remarquable que le nucléole et les corpuscules paranucléolaires ne se teignent pas de la même manière, la fuchsine colore le nucléole en rouge pourpre, tandis que les corpuscules paranucléolaires, plus compacts, se colorent en violet. Il en est de même pour la francéine (1), laquelle donne une teinte rouge pourpre au nucléole pendant que les corpuscules sont colorés en rouge brique. On observe le même phénomène dans les pièces traitées par l'érythrosine. Dans les pièces traitées par la méthode de Nissl, les corpuscules apparaissent avec une teinte jaunâtre plus ou moins visible.

» Le nombre de ces corpuscules varie depuis un jusqu'à six et généralement ils sont un, deux et souvent trois. Lorsqu'ils sont nombreux, nous les retrouvons ramassés en groupe dans le suc nucléaire et la place qu'ils occupent par rapport au nucléole est également variable. Tantôt ils sont situés au voisinage de ce dernier;

(1) Cette couleur acide a été découverte, il y a déjà 15 ans, par le professeur Istrati, de Bucarest, qui a bien voulu en mettre un échantillon à ma disposition.

tantôt ils s'en écartent et peuvent même siéger aux deux pôles du noyau. En ce qui concerne leurs dimensions relatives, ils dépassent rarement le volume du nucléole, parfois ils peuvent avoir des dimensions presque égales, généralement ils sont plus petits que ce dernier, surtout lorsqu'ils sont nombreux. Le grand diamètre des corpuscules paranucléolaires peut atteindre 7^{μ}.

» Le volume de ces corpuscules ne paraît pas être en rapport avec l'âge, car le plus grand diamètre que nous ayons trouvé a été chez un homme âgé de 30 ans. D'une manière générale, ils sont plus nombreux chez l'adulte et chez le vieillard que chez les jeunes personnes. Chez ces dernières, en effet, on les rencontre plus rarement et ils font défaut chez les enfants. Nous les avons encore retrouvés chez une femme âgée de 117 ans, tandis qu'ils n'existaient pas chez une jeune fille âgée de 13 ans.

» La méthode de Pal ne colore pas les corpuscules paranucléolaires; l'acide osmique simple, ou bien associé au bichromate de potasse, n'a pas d'affinité pour ces corpuscules. J'ai pu faire la même remarque pour le Sudan. En tenant compte de ces réactions, on peut éliminer la nature graisseuse et lécithinique de ces corpuscules; de plus, nous avons vu qu'ils siègent habituellement à l'intérieur du noyau. Cependant, j'ai rencontré quelquefois des corpuscules acidophiles en dehors du noyau, mais comme ils présentent quelques caractères différentiels, je me suis demandé s'il était possible de les assimiler aux corpuscules intranucléaires. C'est ainsi que parfois j'ai pu voir dans la masse du pigment noir des corpuscules colorés en rouge brique ou en rouge vénitien par la méthode de Romanowski, corpuscules qui, cependant, sont plus volumineux que ceux que l'on voit à l'intérieur du noyau. En outre, ils sont entourés d'une large auréole. Les corpuscules paranucléolaires sont d'aspect homogène, ils offrent néanmoins parfois des vacuoles ou bien l'apparence d'un autre corpuscule beaucoup plus petit, coloré d'une façon plus intensive.

» *Quelle est la signification des corpuscules paranucléolaires?* — La première idée qui s'est présentée à mon esprit a été de les considérer comme des granulations acidophiles analogues à celles que l'on rencontre en nombre plus ou moins considérable à l'intérieur du noyau de beaucoup de cellules. Mais l'aspect morphologique et les réactions chimiques ne parlent pas en faveur de cette opinion. En effet, je n'ai jamais rencontré dans les autres cellules du système nerveux central des corpuscules si gros, si considérables, dépassant en grosseur, ainsi que je l'ai dit, le volume du nucléole. On pourrait supposer, d'autre part, que les corpuscules paranucléolaires représentent des noyaux accessoires, mais alors leur réaction ne devrait pas être différente de celle du noyau principal et l'on devrait les retrouver également chez l'enfant, tandis qu'ils semblent n'apparaître qu'à un certain moment de la vie. Il est vrai qu'un élève de von Lenhossek, M. Tump-feerr, a constaté, dans les ganglions spinaux et sympathiques des oiseaux, la présence de deux nucléoles dont l'un à réaction basophile et l'autre à

réaction acidophile. Le nucléole acidophile siège tout près de l'autre et même le touche. Ils ont tous deux le même volume.

» Au contraire, nos corpuscules paranucléolaires sont nombreux, ils diffèrent du nucléole basophile par leur volume; ils sont plus éloignés de ce dernier et ils ne se retrouvent, tout au moins jusqu'à plus ample informé, que dans des cellules spéciales, pigmentées, c'est-à-dire dans celles du *locus niger* et celles du *locus cœruleus*. Étant donné que ces corpuscules siègent précisément dans les cellules qui sont préposées à la création du pigment, et, d'autre part, qu'ils présentent certaines propriétés physico-chimiques analogues à celles du pigment de ces cellules, je serais tenté d'admettre qu'il existe une relation entre la formation du pigment et la présence de ces corpuscules paranucléolaires. Si je ne donne cette opinion qu'à titre d'hypothèse c'est que le pigment préexiste à l'apparition des corpuscules paranucléolaires.

» Dans le cytoplasma des cellules pigmentées du *locus niger* j'ai trouvé, en dehors du pigment, des granulations colorables analogues à celles qui ont été décrites par Olmer sous le nom de *granulations amphophiles* dans les cellules du *locus cœruleus*. Olmer les avait vainement cherchées dans le *locus niger*. J'ai pu les déceler, non seulement chez l'enfant, mais encore chez l'adulte et même chez le vieillard. J'ai de même pu colorer ces granulations à l'aide de la méthode de Romanowski, avec Biondi simple, et Biondi acidifié, avec la fuchsine acide et la francéine. Cette dernière colore ces granulations en rouge pourpre. »

PHYSIOLOGIE. — *Rapport du poids du foie au poids total de l'animal.* Note de M. E. Maurel, présentée par M. Bouchard.

» Les recherches utilisées dans ce travail comprennent : des recherches personnelles faites sur le *poulet* et le *pigeon* (1); celles faites en collaboration avec le Dr Lagriffe sur le *hérisson* (2) et sur le *lapin* (3); celles du Dr Baylac sur ce dernier animal (4); celles du Dr Alezais sur le *cobaye* (5); et enfin celles sur le *chien* publiées MM. Athanasiu et Carvallo (6).

---

(1) *Société d'Histoire naturelle de Toulouse* (juillet 1900).
(2) *Ibid.* (7 mars 1900).
(3) *Ibid.* (2 mai 1900).
(4) *Ibid.* (17 mai 1900).
(5) Article *cobaye* du *Dictionnaire de Physiologie de Richet*.
(6) Article *chien* » »

» Je résume ces différentes recherches dans le Tableau suivant qui contient les moyennes de ces diverses pesées.

Rapport du poids du foie au poids total de l'animal.

Animaux.	Poids total moyen de l'animal.	Poids total du foie.	Poids du foie par kil. d'animal.	Poids total moyen de l'animal.	Poids total du foie.	Poids du foie par kil. d'animal.
	Animaux jeunes.			Animaux adultes.		
Cobayes.......	de 350g à 450g.	16g,50	41g	de 600g à 900g.	28g	37g,30
Lapins........	Au-dessous de 1400g.	55g,33	47g,14	Au-dessus de 1800g.	79g,39	38g,07
Hérissons.....	Au-dessous de 500g.	17g,50	67g,22	Au-dessus de 500g.	39g	55g
Poulets	Au-dessous de 800g.	25g,62	34g	Au-dessus de 1100g.	35g,12	28g,80
Pigeons.......	Au-dessous de 350g.	10g,73	35g,90	Au-dessus de 400g.	13g,11	31g
	Chiens de petites tailles.			Chiens de grosses tailles.		
	de 4kg à 10kg.	259g,00	40g,47	de 40kg à 30kg.	773g	21g,90
	de 4kg.....	211g,00	52g,8	de 40kg	836g	20g,90

» Or, de l'examen de ce Tableau me paraissent se dégager les principaux faits suivants :

» 1° *D'une manière constante les adultes ont, par kilogramme de leur poids, une quantité de foie moindre que les jeunes.*

» Le cobaye adulte a 37g,30 de foie par kilogramme, et le jeune en a 45g; le lapin adulte en a 38g,07, et le jeune 47g; le hérisson adulte en a 55g, et le jeune 67g,22; le poulet adulte en a 28g,80, et le jeune 34g; le pigeon adulte en a 31g et le jeune 35g,90.

» 2° *Pour la même espèce animale, quand elle présente des différences de volume dépendant des variétés, comme pour le chien, la quantité de foie par kilogramme d'animal est d'autant plus élevée que l'animal est plus petit.*

» Les chiens de 40kg à 30kg n'ont que 21g,18 de foie par kilogramme, tandis que ceux entre 10kg et 4kg, en ont 40g. Comme on le voit aussi sur le Tableau, pour des poids dix fois supérieurs, de 40kg à 4kg, la proportion de foie peut varier de 2 à 5 : 52g,8 pour celui de 4kg et seulement 20g,90 pour celui de 40kg.

» 3° *La proportion du foie par kilogramme varie avec la nature de l'alimentation. C'est à l'alimentation animale que correspond la plus grande proportion et à l'alimentation par les graines que correspond la proportion la plus faible.*

» En nous en tenant à la période adulte de ces divers animaux, nous voyons que le hérisson, qui a une alimentation presque exclusivement animale, a 55^{g} de foie par kilogramme, tandis que le cobaye et le lapin n'en ont que 37^{g} et 38^{g}. Enfin le pigeon et le poulet, qui vivent surtout de graines, n'en ont que 31^{g} et $28^{g},80$.

» Quant aux chiens, qui sont également surtout carnivores, même en descendant à ceux de 4^{kg}, leur poids est encore trop supérieur à ceux des autres animaux pour qu'on puisse les comparer avec eux. La proportion de $52^{g},80$, déjà élevée, serait encore augmentée pour ceux de 3^{kg}, 2^{kg} et 1^{kg}. Cette loi de l'influence de l'alimentation sur le volume du foie se vérifie donc pour le chien comme pour les animaux précédents.

» 4° *L'augmentation de la proportion du foie chez le hérisson et chez le chien paraît bien tenir à l'alimentation animale.* — Dans deux séries d'expériences de 10 mois et de 6 mois de durée, les proportions du foie par kilogramme d'animal ont atteint $48^{g},40$ et 34^{g} chez des lapins nourris avec du fromage, tandis qu'elles sont restées à 30^{g} et 25^{g} chez les lapins témoins ayant été nourris avec de l'herbe ([1]).

» 5° *La nature animale de l'alimentation me paraît agir plus que la composition azotée.* — Les deux granivores, le poulet et le pigeon, n'ont que $28^{g},80$ et 31^{g} de foie par kilogramme d'animal, tandis que le lapin et le cobaye, qui sont herbivores, en ont $38^{g},07$ et $37^{g},39$.

» Il se pourrait donc que l'hygiène et la thérapeutique trouvent un sérieux avantage à employer l'alimentation par les graines, quand la fonction hépatique est diminuée.

» 6° *Enfin la proportion plus grande du foie chez le hérisson ne me paraît pas tenir à des dépenses plus considérables.*

» A volume égal, le cobaye a sensiblement les mêmes dépenses que le hérisson. C'est, en effet, ce qui résulte des chiffres suivants que je prends dans mes recherches sur l'influence des saisons sur les dépenses de l'organisme ([2]).

([1]) *Influence d'un régime fortement azoté sur le volume du foie des Herbivores* (*Société de Biologie*, novembre 1884).

([2]) *Influence des saisons sur les dépenses de l'organisme* [Expériences faites sur le hérisson (*Languedoc médico-chirurgical*, janvier et février 1900)].

Températures.	Cobayes. Poids total.	Cobayes. Dépenses par kilogramme en calories.	Hérissons. Poids total.	Hérissons. Dépenses par kilogramme en calories.
° °	g	Cal	g	Cal
16 à 17	714	139	715	144
20 à 22	705	116	737	128
25 à 26	779	98,5	725	101

» Comme on le voit, pour des poids compris entre 700g et 800g, le kilogramme de cobaye a dépensé 139Cal et celui de hérisson 144Cal aux températures de 16° à 17°. Aux températures de 20° à 22°, ces dépenses se sont élevées à 116Cal pour le premier et à 128Cal pour le second; et enfin, aux températures de 25° à 26°, le premier a dépensé 98Cal,5 et le second 101Cal, c'est-à-dire toujours des quantités aussi rapprochées l'une de l'autre que possible. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les variations du phosphore minéral, conjugué et organique, des tissus animaux.* Note de M. **A.-L. Percival**, présentée par M. A. Gautier.

« C'est aujourd'hui une notion définitivement acquise que le phosphore qui existe dans l'organisme animal y est sous trois formes, savoir : phosphore complètement oxydé ou phosphore minéral, phosphore conjugué (lécithines, nucléines, etc.) et phosphore organique.

» Je viens de terminer à la Faculté de Médecine de Paris, dans le laboratoire de M. le Professeur A. Gautier et avec ses conseils, une série de recherches sur les proportions relatives de ces trois combinaisons du phosphore dans les organes des animaux.

» La méthode employée à été la suivante :

» L'organe frais, privé autant que possible de sang, était finement broyé. On oxydait une première portion A (10g à 20g) par la méthode de Marie (1) et l'on dosait le phosphore total. Une deuxième portion (25g-50g) était épuisée à froid par l'eau chlorhydrique à 0,5 pour 1000; après 24 heures on filtrait à la trompe, ou mieux, on centrifugeait en ayant soin de bien laver plusieurs fois le résidu : le liquide B ainsi obtenu contenait le phosphore minéral. La pulpe résiduelle était ensuite attaquée à l'ébullition, pendant 2 heures, avec une solution d'acide chlorhydrique à 5 pour 100 pour dédoubler les lécithines et nucléines, etc. On filtrait, on lavait abondamment et l'on obtenait ainsi une troisième liqueur C contenant le phosphore conjugué. Les liquides B et C étaient évaporés, et le résidu, ainsi que celui de la filtration précédente qui contenait

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 766.

le phosphore organique, était ensuite séparément traités par les oxydants pour faire passer le phosphore à l'état de P^2O^5.

» Les liqueurs nitriques, filtrées à froid pour éliminer les graisses et l'oxyde de manganèse, étaient traitées par la solution nitromolybdique et le précipité redissous dans l'ammoniaque, précipité par la mixture magnésienne.

» Les résultats que j'ai obtenus sont consignés dans les Tableaux suivants : j'y donne les moyennes de plusieurs déterminations bien concordantes. Les nombres sont tous rapportés à 1000^g de substance fraîche et sont calculés en P^2O^5.

Organes.	H^2O pour 1000.	P^2O^5 du phosphore total pour 1000.	minéral pour 1000.	conjugué pour 1000.	organique pour 1000.
	g	g	g	g	g
Muscles (bœuf)	729,7	5,067	2,17	0,95	1,93
Cœur (mouton)..........	775,8	10,11	3,80	3,05	2,68
Intestin de porc (râclure).	»	2,93	1,08	1.46	0,38
Rate (bœuf).............	750,3	5,70	1,76	3,04	0,56
Foie (id.)	689,9	5,61	2,64	2.35	0,62
Pancréas (mouton).......	692,1	7,49	3,66	3,69	0,13
Thymus (id.)	765,6	12,23	4,54	7,33	0,25
Thyroïde (id.)	716.6	3.69	2,15	0,87	0,66
Poumon (id.)	»	7.45	3,47	3,28	0,70
Cerveau (id.)	767,5	6,38	1,48	3,70	1.15
Rein (id.)	791,1	4,58	2,32	1,92	0,30
Testicules (veau)........	860,7	5,17	2,08	2,81	0,27
Testicules (taureau)	863,9	4,70	2,30	1,59	0,79
Ovaire (vache)..........	»	4,29	1.38	1,59	1. 2
Corps jaunes (vache).....	»	8,42	2.73	2,86	2.82
Mamelle (id.)	667,8	4,14	1,99	1,58	0.40

» La différente richesse en phosphore des organes examinés est assez grande et ressort bien plus clairement encore du Tableau suivant où ces organes sont inscrits suivant l'augmentation du phosphore :

P^2O^5 du phosphore total.		P^2O^5 du phosphore minéral.		P^2O^5 du phosphore conjugué.		P^2O^5 du phosphore organique.	
	g		g		g		g
Intestin (raclure).	2,93	Intestin (raclure).	1,08	Thyroïde........	0,87	Pancréas........	0,13
Thyroïde........	3,69	Ovaire........ ..	1,38	Muscles.........	0,95	Thymus.........	0,25
Mamelle	4,14	Cerveau.........	1,43	Intestin (raclure).	1,46	Testicules (veau).	0,27
Ovaire..........	4,29	Rate............	1,76	Mamelle.........	1,58	Rein............	0,29
Rein............	4,54	Mamelle.........	1,99	Testicules (taur.).	1,59	Intestin (raclure).	0,38
Testicules (taur.).	4,70	Foie............	2,03	Ovaire..........	1,59	Mamelle.........	0,40
Muscles.........	5,06	Testicules (veau).	2,08	Rein............	1,92	Rate............	0,55
Testicules (veau).	5,17	Thyroïde........	2,15	Foie............	2,35	Foie............	0,62

P^2O^5 du phosphore total.		P^2O^5 du phospore minéral.		P^2O^5 du phosphore conjugué.		P^2O^5 du phosphore organique.	
	g		g		g		g
Foie	5,61	Muscles	2,17	Testicules (veau)	2,17	Thyroïde	0,66
Rate	5,70	Testicules (taur.)	2,30	Corps jaune	2,86	Poumon	0,70
Cerveau	6,35	Rein	2,32	Cœur	3,05	Testicules (taur.)	0,79
Poumon	7,45	Corps jaunes	2,73	Rate	3,05	Cerveau	1,15
Pancréas	7,49	Poumon	3,47	Poumon	3,28	Ovaire	1,32
Corps jaunes	8,42	Pancréas	3,66	Pancréas	3,69	Muscles	1,93
Cœur	10,11	Cœur	3,80	Cerveau	3,70	Cœur	2,68
Thymus	12,23	Thymus	4,54	Thymus	7,33	Corps jaunes	2,82

» Ces nombres montrent qu'on ne peut pas établir de rapports constants entre le phosphore total et les autres combinaisons du phosphore.

» Laissant de côté le phosphore minéral qui, étant déjà sous une forme totalement oxydée, a une importance moins grande que le phosphore organique, on voit que le phosphore conjugué abonde dans les tissus jeunes en voie d'évolution (testicules de veau, thymus, ovaire), et dans les tissus qui ont à accomplir un travail notable (cerveau, poumon, cœur), tandis que pour la rate, sa richesse en phosphore conjugué pourrait être en rapport avec sa fonction hémolytique. La pauvreté au contraire de la thyroïde en phosphore conjugué nous autorise, peut-être, à croire à l'existence de nucléines combinées à d'autres éléments dont le rôle, tel que celui de l'arsenic, pourrait n'être pas moins important que celui du phosphore.

» La raclure d'intestin, le pancréas, la mamelle, sans doute à cause de leurs fonctions physiologiques si importantes, contiennent aussi de grandes quantités de phosphore conjugué, la moitié presque du poids du phosphore total.

» Les variations du phosphore organique sont bien plus fortes que celles du phosphore conjugué, soit comme quantité absolue, soit relativement au phosphore total.

» Le thymus et les testicules de veau, très riches en phosphore conjugué, contiennent respectivement en phosphore organique le $\frac{1}{50}$ et le $\frac{1}{20}$ du phosphore total.

» Très peu riches aussi sont les organes de la digestion dans lesquels le phosphore organique est, par rapport au phosphore total, le $\frac{1}{57}$ dans le pancréas et le $\frac{1}{10}$ dans la rate, le foie et l'intestin. Les plus grandes quantités de phosphore organique, soit absolument, soit relativement au phosphore total, existent dans les muscles, l'ovaire, le cerveau et le cœur. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches physiologiques sur les effets de la sympathicectomie cervicale.* Note de MM. **Moussu** et **Charrin**, présentée par M. Bouchard.

« Dans ces dernières années, on s'est beaucoup occupé d'une intervention chirurgicale dirigée soit contre certains accidents de la maladie de Basedow, soit contre l'épilepsie : la *sympathicectomie*. Les uns lui ont attribué des effets merveilleux, des résultats inespérés; d'autres, sans toutefois préciser leurs griefs, l'ont accusée des plus grands méfaits.

» Il nous a semblé, avant de choisir entre des opinions si différentes, qu'il y avait là une question de Physiologie pathologique à élucider; abstraction faite de sa non-efficacité possible, le plus grave reproche adressé à la sympathicectomie a été de provoquer des troubles trophiques variés, troubles d'autant plus manifestes qu'ils portaient sur la région céphalique, la face ou le crâne ([1]). Pour juger dans quelles mesures ces reproches étaient fondés, nous avons expérimenté sur des animaux tout jeunes, en voie de développement ou de croissance, par conséquent parfaitement aptes, s'il devait s'en produire, à permettre d'enregistrer ces troubles trophiques; chez les adultes, dont l'architecture est définitive, ces désordres se réalisent, en effet, plus difficilement.

» Le 14 octobre 1900, chez des chiens âgés de 2 mois, nous avons réséqué, à l'un 2^{cm} du sympathique gauche, à l'autre 2^{cm} du sympathique droit. Le même jour, sur une chevrette de 5 mois, nous avons également pratiqué des résections de 2^{cm} du sympathique et du pneumogastrique gauches, pendant que, chez une agnelle de 4 mois, ces résections portaient sur ces mêmes nerfs, mais du côté droit. — Dès le 25 octobre, les chiens ont présenté des différences dans la physionomie; chez l'un et l'autre, l'œil correspondant à la section paraissait plus petit et plus enfoncé dans la cavité orbitaire: la fente palpébrale était moins grande, les paupières moins ouvertes; le myosis était incontestable.

» Avec des signes aussi nets et des désordres aussi rapides, on aurait pu s'attendre

---

([1]) Bien souvent, on a pratiqué des sections du sympathique, mais on a surtout eu pour but l'étude des modifications vasculaires ou des dégénérescences des fibres; plus rarement, comme dans les faits publiés par Arloing, Morat et Doyon, etc., on a signalé quelques troubles trophiques discrets, de préférence oculaires. Un élève de Doyon, Beyne, tenant compte des âges, du développement, se plaçant au même point de vue que nous, aboutit, dans des recherches inédites, à des conclusions analogues aux nôtres.

à des troubles trophiques consécutifs assez marqués, aboutissant à l'asymétrie céphalique. En réalité, ces troubles n'ont jamais acquis d'importance et lorsque, en avril 1901, les deux chiens furent sacrifiés, pas plus sur la région crânienne que sur la région faciale il n'y avait d'hémiatrophie bien marquée. Les modifications extérieures elles-mêmes n'avaient pas la valeur que tout d'abord on aurait pu leur attribuer; l'œil, qui semblait plus petit du côté opéré, avait, en réalité, à quelques millimètres près, les mêmes diamètres que l'œil opposé; sa rétraction au fond de l'orbite était la cause de son aspect extérieur.

» Chez la chevrette et chez le mouton, nous avons enregistré des changements de tous points identiques à ceux de nos chiens, mais moins accusés. A l'autopsie, également pratiquée en avril 1901, il nous sembla cependant qu'il y avait une légère asymétrie céphalique, à la vérité peu appréciable; comme le montre la photographie, cette asymétrie, pour être aperçue, réclamait un examen attentif; pourtant, chez un mouton, la moitié droite de la voûte palatine était nettement plus étroite et l'hémisphère cérébral du même côté plus aplati.

» Le 7 janvier 1901, sur deux lapins âgés de 1 mois, nous avons réséqué, à l'un $0^{cm},5$ du sympathique droit, à l'autre $0^{cm},5$ du sympathique gauche. Les résultats ont été identiques à ceux que nous ont offerts les chiens : mêmes modifications de l'aspect extérieur de l'œil, des paupières, de l'ouverture pupillaire. Cet aspect extérieur permettait facilement de reconnaître le côté de la section; mais, à l'autopsie, sur le squelette ou le cerveau on n'a relevé aucun trouble trophique de quelque importance.

» Tous ces opérés avaient donc présenté des résultats absolument comparables; cependant, malgré leur jeune âge, à l'époque de ces diverses interventions leur développement était en partie effectué; aussi nous avons fait porter nos expériences sur une seconde série d'animaux très voisins de leur naissance.

» Le 9 juin 1902, nous avons soumis à la même opération un jeune bouc né depuis 15 jours et une chevrette du même âge, puis, le 18 juin, une chienne et un chien respectivement âgés de 10 jours. Or, chez deux de ces sujets il est actuellement aisé de relever toutes les modifications extérieures précédemment signalées : du côté de la résection, œil plus petit, du moins en apparence, fente palpébrale moins grande, paupières moins ouvertes, pupille contractée. Peut-être pourrait-on mentionner également un semblant d'asymétrie céphalique? Néanmoins, ces modifications ne sont certainement pas plus accentuées chez ces animaux tout jeunes que chez les premiers.

» Tout faisait prévoir qu'à l'autopsie de ces sujets, dont à 6 mois la croissance est déjà avancée, on ne trouverait pas d'asymétrie évidente; c'est ce que cette autopsie a confirmé.

» Il nous semble donc que, dès aujourd'hui, nous sommes autorisés à dire :

» 1° Que la sympathicectomie provoque, chez les opérés, une modification indéniable, mais minime, de la physionomie;

» 2° Que cette modification de l'aspect extérieur ne comporte pas de troubles trophiques constants et importants.

» Sans vouloir établir un étroit rapprochement entre ce qui a été enregistré chez nos animaux et ce qui peut se passer dans l'espèce humaine, il est évident que les changements relevés à titre expérimental doivent être plus sensibles et peut-être plus gênants chez l'homme, dont la face est plus complexe. Toutefois, comme les désordres sont relativement de peu de valeur, nous estimons que, si dans certains états pathologiques la sympathicectomie devait donner de très grandes améliorations, la crainte des troubles trophiques ne constituerait peut-être pas un motif suffisant d'abstention. »

MÉDECINE. — *Hémoglobinurie musculaire*. Note de MM. **Jean Camus** et **P. Pagniez**, présentée par M. Bouchard.

« Dans la séance de l'Académie des Sciences du 11 août 1902 nous avons apporté une nouvelle explication de l'hémoglobinurie appuyée sur des faits tirés de l'expérimentation, de la médecine vétérinaire et de la pathologie humaine. Nos recherches montraient que des injections de suc musculaire dans les veines et des lésions musculaires provoquées occasionnaient de l'hémoglobinurie sans modifications appréciables de la couleur du plasma sanguin. On sait que, dans les hémoglobinuries causées par la destruction de globules rouges dans le sang circulant, le plasma est teinté en rouge.

» Les expériences suivantes nous montrent que c'est bien l'hémoglobine du muscle qui passe sans addition d'hémoglobine globulaire :

» 1° Le suc de muscles de chien, débarrassés de leur sang par le passage de plusieurs litres d'eau salée dans l'aorte abdominale, donne de l'hémoglobinurie par injection intraveineuse de quantité minime (l'extrait de muscle cardiaque ne se comporte pas différemment de celui des autres muscles).

» 2° Le suc musculaire, débarrassé de son hémoglobine par l'ébullition ou par le noir animal, ne donne plus d'hémoglobinurie.

» 3° Ce même suc, décoloré et additionné de quantité notable d'hémoglobine globulaire, ne donne pas d'hémoglobinurie.

» 4° On sait que le lapin possède des muscles rouges chargés d'hémoglobine et des muscles blancs qui n'en contiennent pas :

» *a*. Le suc de muscles rouges de lapin injecté au chien donne de l'hémoglobinurie ;

» *b*. Le suc des muscles blancs n'en donne pas ;

» c. Le suc de muscles blancs, additionné d'hémoglobine globulaire, n'occasionne pas d'hémoglobinurie.

» 5° La démonstration peut en être faite par dosage :

» a. On fait une injection intra-veineuse d'une petite quantité de suc musculaire pur; l'hémoglobinurie apparaît, puis après 1 heure environ l'urine est redevenue normale. On dose au colorimètre la quantité d'hémoglobine qui a passé dans l'urine par rapport à la quantité injectée.

» b. Sachant la quantité d'hémoglobine qui a passé en a, on injecte exactement la même quantité de suc musculaire que la première fois, mais additionnée d'une forte proportion d'hémoglobine globulaire; on dose de nouveau au colorimètre l'hémoglobine totale qui a traversé le rein, et l'on voit que cette quantité est à peu près identique à celle de a.

» L'addition d'hémoglobine globulaire n'a modifié en rien l'intensité de l'hémoglobinurie; c'est donc l'hémoglobine du muscle qui a passé seule dans les deux cas.

» Si l'on suppose que le passage de l'hémoglobine musculaire est favorisé par une autre substance, il faut admettre que cette dernière est spéciale au muscle et intimement unie à l'hémoglobine du muscle.

» Les injections d'extrait de rate, de foie, ne nous ont pas donné d'hémoglobinurie à des doses beaucoup plus fortes que celles du suc musculaire.

» Les solutions d'hémoglobine globulaire n'ont occasionné d'hémoglobinurie qu'à de hautes doses ($\frac{1}{60}$ du poids du sang environ : chiffre de Pouficк), tandis que des doses comparativement insignifiantes d'hémoglobine musculaire nous ont toujours donné de l'hémoglobinurie.

» Nous avons obtenu de l'hémoglobinurie par injection d'eau distillée dans les masses musculaires, alors que des quantités plus considérables injectées dans les veines donnent de l'hémoglobinémie sans hémoglobinurie. Les mêmes résultats comparatifs ont été fournis par des injections de glycérine.

» Depuis notre Note du mois d'août, M. Lucet, qui depuis plus de 10 ans [1] a constaté chez le cheval des lésions musculaires dans l'hémoglobinurie, nous a envoyé avec une grande obligeance des détails qui concordent absolument avec nos expériences. Il a observé et décrit des lésions musculaires macroscopiques et microscopiques, survenant d'une façon constante, accompagnées d'impotence plus ou moins accentuée et suivies souvent d'atrophie. Dans ses dernières recherches, il a vu que le sérum, pendant la crise, n'était pas teinté par l'hémoglobine ; que ce sérum n'était

---

[1] Lucet, *Rec. Méd. vétér.*, 1889. — *Bull. Soc. cent. Méd. vétér.*, 1892.

pas globulicide pour les globules normaux et que le nombre des globules rouges était peu modifié pendant la crise.

» Ces faits réunis à nos expériences semblent prouver jusqu'à l'évidence l'existence d'une hémoglobinurie musculaire.

» Une telle explication ne peut d'ailleurs convenir à tous les cas d'hémoglobinurie, et nous pensons qu'il faut les diviser en trois groupes : 1° hémoglobinurie musculaire par lésion des muscles; 2° hémoglobinurie globulaire par destruction massive de globules rouges dans le sang circulant; 3° hémoglobinurie urinaire ([1]) par action globulicide (toxique ou osmonocive) de l'urine.

» La plupart des cliniciens signalent de l'albuminurie accompagnant l'hémoglobinurie; on a observé aussi des crises larvées caractérisées seulement par de l'albuminurie passagère, et Rolfe a vu chez les mêmes individus, tantôt des crises d'hémoglobinurie, tantôt des crises d'albuminurie. Dans nos expériences, nous avons vu non seulement l'urine pendant l'hémoglobinurie musculaire présenter les caractères des urines albumineuses, mais nous avons encore constaté parfois l'apparition isolée d'albumine avant celle d'hémoglobine; ce fait cadre assez bien avec les observations cliniques et avec les cas d'albuminurie consécutive à la fatigue musculaire; il fait supposer l'existence d'une albuminurie musculaire.

» Mais si l'on conçoit assez facilement que la fatigue puisse, par altération musculaire, faire passer dans la circulation des parties constituantes des muscles, on voit moins bien comment agit le froid, l'une des principales causes des accès d'hémoglobinurie. Or, dans tous les cas où nous avons produit de l'hémoglobinurie par action directe sur le muscle, nous avons vu non seulement de la contracture, mais aussi un tremblement fibrillaire intense. Le tremblement musculaire, constant dans tous les cas d'hémoglobinurie paroxystique, voilà, nous le croyons, le lien entre la sensation de froid et l'apparition de l'hémoglobine dans l'urine, en tenant compte, bien entendu, comme dans toutes les maladies, des prédispositions individuelles.

M. Chauffard ([2]), dans une expérience intéressante, a reproduit une crise larvée d'hémoglobinurie avec frissons, tremblement et albuminurie, en plongeant simplement la main d'un malade dans l'eau glacée. La main

---

([1]) Jean Camus et Pagniez, *Journ. de Physiol. et Path. gén.*, juillet 1901.

([2]) Chauffard, *Soc. Méd.*, 14 juin 1895.

était isolée du reste du corps par une ligature, et M. Chauffard conclut de son expérience à l'influence du système nerveux sur l'hémoglobinurie, sans cependant expliquer le mode d'action. Nous pensons pouvoir ajouter aujourd'hui la seconde partie de l'arc réflexe dont la première a été vue par M. Chauffard, et l'arc complet serait le suivant : 1° excitation par le froid transmise aux centres; 2° transmission de l'excitation des centres aux groupes musculaires et production du tremblement qui, lui-même, occasionne l'hémoglobinurie. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la formation des* anticorps *dans le sérum des animaux vaccinés*. Note de MM. **A. Calmette** et **E. Breton**, présentée par M. Roux.

« On sait que les injections de toxines, de corps microbiens, d'extraits cellulaires, etc., effectuées chez les animaux en vue de produire un sérum antitoxique, antimicrobien, cytolytique ou précipitant, doivent être répétées et espacées. On a remarqué, d'autre part, que la valeur du sérum obtenu ne dépassait pas une certaine limite, variable pour chaque animal, et que cette limite ne dépendait nullement du nombre d'injections reçues ni de la quantité de substances injectées. Des animaux qui reçoivent de grandes quantités de corps microbiens, par exemple, ou de toxine diphtérique ou tétanique, fréquemment renouvelées pendant plusieurs mois, produisent des sérums de moins en moins actifs. Nous nous sommes demandé s'il était possible, en variant les méthodes d'immunisation des animaux, de fixer les conditions qui permettent d'obtenir les sérums les plus actifs.

» *Dans une première série de recherches*, nous avons expérimenté avec un sérum de lapin hémolytique pour les hématies de poules. Après quatre injections, réparties sur un espace de 1 mois, nous avons obtenu un sérum très nettement hémolytique dont nous avons mesuré les effets. En continuant les injections d'hématies de poules aux mêmes lapins, nous avons constaté que le sérum de ceux-ci devenait moins hémolytique jusqu'à une moyenne d'activité relativement faible. Nous avons alors suspendu les injections pendant 6 mois. Au bout de ce temps le pouvoir hémolytique persistait encore, mais il était très faible. A ce moment, il a suffi de deux injections pour rendre au sérum un pouvoir hémolytique trois fois plus intense que celui qui avait été atteint après quatre injections chez les mêmes animaux et chez les animaux neufs pris comme témoins.

» *Dans une seconde série d'expériences*, nous avons éprouvé le pouvoir immunisant du sérum de cobaye vis-à-vis du bacille typhique. Après quatre injections sous-cutanées de bacilles atténués par le chauffage à 56°, le sérum de nos cobayes était nettement

sensibilisateur. En continuant les injections de microbes, le pouvoir sensibilisateur du sérum est resté sensiblement égal. Lorsque les injections ont été suspendues, ce pouvoir a progressivement augmenté pour disparaître en 2 ou 3 mois. Après 6 mois de repos, les cobayes ont reçu deux nouvelles injections de corps microbiens, et 8 jours après le sérum s'est montré beaucoup plus actif qu'il ne l'était autrefois. Pour rechercher cette sensibilisatrice antimicrobienne, nous avons employé la méthode décrite par Bordet et Gengou [1].

» Voici un résumé de nos expériences :

» Pour les recherches de sensibilisatrices hémolytiques, chaque expérience a porté sur deux animaux (lapins). Les injections étaient faites dans le péritoine, de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} de globules de poules lavés à plusieurs reprises à l'eau physiologique. La dose d'alexine (sérum normal frais de lapin) était fixe : 13 gouttes. Nous avons cherché la dose de sensibilisatrice suffisante pour hémolyser complètement trois gouttes d'une émulsion de globules de poules lavés. Dans tous les cas le volume était rendu égal par l'addition d'eau physiologique.

Nombre d'injections.	Nombre de jours entre chaque injection.	Date de la première.	Date de la dernière.	Date de la saignée.	Pouvoir hémolytique. complet.
4..	7 jours	27 févr. 1902	25 mars	6 avril	4 gouttes de sérum sensibilisateur.
8..	7 jours	Id.	28 avril	5 mai	8 gouttes.
8..	7 jours	Id.	Id.	10 sept.	20 gouttes.
10..	6 mois entre la 8ième et la 9ième	Id.	28 oct.	6 nov.	$\frac{1}{2}$ goutte.

» Pour la recherche des sensibilisatrices antimicrobiennes, nous avons employé le procédé de Bordet et Gengou :

Nombre d'injections.	Nombre de jours entre chaque injection.	Date de la première.	Date de la dernière.	Date de la saignée.	Sensibilisatrices.
4..	5 jours	28 mars	29 avril	7 mai	Traces de sensibilisatrices (hémolyse tardive).

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, 25 octobre 1902.

Nombre d'injections.	Nombre de jours entre chaque injection.	Date de la première.	Date de la dernière.	Date de la saignée.	Sensibilisatrices.
6..	5 jours	28 mars	12 mai	20 mai	Sensibilisatrice (hémolyse rapide).
6..	Id.	Id.	18 mai	20 oct.	Absence de sensibilisatrice.
8..	6 mois entre la 7ième et la 8ième	Id.	6 nov.	14 nov.	Sensibilisatrice (hémolyse rapide).

» *En résumé*, nous avons observé que la répétition des injections immunisantes, loin d'augmenter l'activité des anticorps (immunismes ou hémolysines), diminue celle-ci assez rapidement. Par contre, les animaux immunisés, que l'on a laissés au repos pendant plusieurs mois, fournissent des sérums beaucoup plus actifs après deux injections succédant à une période de repos prolongé.

» Ces constatations présentent une certaine importance, parce qu'elles trouvent leur application dans la préparation des sérums thérapeutiques antitoxiques et antimicrobiens. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 novembre 1902.

M. Lœwy, Directeur de l'Observatoire de Paris, présente en hommage à l'Académie les publications suivantes :

Catalogue de l'Observatoire de Paris : Etoiles observées aux instruments méridiens de 1837 à 1881. Positions observées des étoiles de 1837 à 1881. T. IV (xviii^h à xxiv^h). Paris, Gauthier-Villars, 1902-1903; 2 vol. in-4°.

Observatoire de Paris. *Catalogue photographique du Ciel :* Coordonnées rectilignes. T. I : Zone +23° à +25°. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. *Bulletin du Comité international*

permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel. T. III, 2e fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. Maurice Lœwy, Directeur de l'Observatoire : *Mémoires,* t. XXIII; *Observations,* 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 2 vol. in-4°.

Institut de France. *Science et Poésie,* par M. Janssen, délégué de l'Académie des Sciences : Lu dans la séance publique annuelle des Cinq Académies du 25 octobre 1902. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 10 novembre 1902.)

Note de M. *E. van Aubel,* Sur les phénomènes de Hall et le pouvoir thermo-électrique :

Page 786, ligne 1 en remontant [note (3)], *au lieu de* M. Maurice Duysk, *lisez* M. Maurice Duyk.

(Séance du 17 novembre 1902.)

Note de M. *Azoulay,* Reproduction en nombre illimité des phonogrammes en cire, etc. :

Page 879, lignes 25 et 26, *au lieu de* si on l'enlève, *lisez* si on ne l'enlève pas.
Page 880, ligne 10, *après* un mandrin chauffé dans la même étuve, *ajoutez* (pas oujours nécessaire).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 DÉCEMBRE 1902,

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En annonçant à l'Académie les pertes douloureuses qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Dehérain,* Membre de la Section d'Économie rurale, et dans la personne de M. *Hautefeuille*, Membre de la Section de Minéralogie, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

« Mes chers Confrères,

» La mort avait déjà frappé cinq fois cette année à la porte de l'Académie, et j'espérais bien, à cette date du 8 décembre, que d'autres deuils nous seraient épargnés, lorsque j'ai appris ce matin la mort de M. Dehérain et, en entrant en séance, celle de M. Hautefeuille.

» M. Dehérain passait à juste titre pour une des lumières de la science agronomique; il était des nôtres depuis l'année 1887, et tout le monde se souvient de la clarté de ses Communications, du soin avec lequel ses expériences étaient conçues et exécutées, et des profits qu'en tiraient les agriculteurs.

» M. Dehérain n'avait ici que des amis et, lorsqu'il tomba malade, il y a 15 jours, nous faisions tous des vœux ardents pour son rétablissement.

» L'Académie s'associe pleinement au deuil de sa famille.

» M. Hautefeuille a été frappé ce matin en pleine santé; lundi dernier il était encore des nôtres, et personne ne pouvait penser à une fin aussi proche.

» En sortant de l'École Centrale, il était entré dans le laboratoire de M. Sainte-Claire Deville, dont il était devenu l'un des plus brillants élèves et l'ami.

» Ses recherches l'avaient amené à pouvoir reconstituer des cristaux mesurables des pierres rares, et les minéralogistes, lors de la dernière Exposition, regardaient avec admiration la belle collection qu'il avait présentée.

» Notre Confrère meurt jeune, en pleine possession de toutes ses facultés; l'Académie s'associe à la douleur de sa famille et de ses amis. »

La séance est levée en signe de deuil immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

CHIMIE. — *Sur la transformation du diamant en carbone noir (charbon) pendant son oxydation, et sur les changements isomériques des corps simples pendant les décompositions et combinaisons;* par M. **Berthelot.**

« Les très intéressantes expériences publiées par M. Moissan, dans la dernière séance de l'Académie, sur la combustion du diamant, m'engagent à rappeler les phénomènes suivants, qu'il ne paraît pas avoir eu l'occasion de rencontrer.

» Dans le cours de ses expériences sur la combustion du diamant dans l'air, provoquée au moyen du verre ardent (lentille concentrant la chaleur solaire), Lavoisier en a décrit plusieurs, dans lesquelles la combustion du diamant, avant qu'elle fût complète, avait été accompagnée par la formation d'une substance charbonneuse superficielle, qui subsistait après refroidissement des fragments non brûlés; d'où il a conclu que le diamant est susceptible de se réduire en charbon dans quelques circonstances [*Œuvres*, t. II, p. 72 (1)].

» Au cours de mes propres expériences, faites il y a quelques années pour déterminer la chaleur de combustion du carbone pris sous différents états, et notamment celle du diamant, j'ai eu occasion de reproduire ces observations, en brûlant incomplètement dans l'oxygène sec et pur le diamant déposé dans une nacelle, au sein de tubes de porcelaine et même de tubes de verre dur. La dose de carbone amorphe ainsi régénéré était d'ailleurs extrêmement faible; ce qui ne m'a pas permis d'en étudier l'état isomérique. Cependant il paraît probable que ce carbone renferme du

(1) Dans ma Notice récente *Sur le second registre de laboratoire de Lavoisier*, une faute d'impression indique à cet égard le Tome I, au lieu du Tome II de ses *Œuvres*.

graphite : le graphite se produit en effet pendant la combustion vive du carbone amorphe dans l'oxygène, d'après mes observations (¹).

» Cette transformation résulte-t-elle de l'action seule de la haute température développée pendant les combustions, ou bien d'un changement d'état isomérique, opéré au moment de la combinaison, par le fait même de cette combinaison ; tel que je l'ai observé, notamment pour le soufre ordinaire attaqué par l'acide azotique bouillant (²) et en sens inverse, pour le soufre insoluble attaqué par les sulfures alcalins (³) ou l'hydrogène sulfuré, ainsi que pour l'argent pur, mis en présence de l'oxygène (⁴) vers 500°? Le contact même de certains corps électronégatifs, au moment de la décomposition d'un composé carboné, suffit pour déterminer (au moins partiellement) l'état du carbone qui se sépare; ainsi que je l'ai constaté en observant la production du graphite dans la décomposition pyrogénée, à la température rouge, du chlorure de carbone (⁵) et des composés iodés et spécialement dans la dissociation (⁶) du sulfure de carbone.

» Je rappellerai que les diversités si nettes, reconnues par M. Moissan dans la combustion par l'oxygène libre des différentes variétés de carbone, se manifestent également lorsqu'on oxyde par voie humide ces mêmes variétés (⁷). Par exemple, en les traitant par l'acide azotique pur, ou associé au chlorate de potasse : ce qui fournit, suivant les états du carbone, différents oxydes graphitiques; ou bien certains composés, de l'ordre des acides humiques, transformables ensuite en carbures d'hydrogène diversement condensés par l'acide iodhydrique (⁸); tandis que le diamant n'est nullement attaqué par les mêmes voies humides.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XIX, p. 418; 1870.

(²) Le soufre ordinaire fond ainsi et s'attaque; si on laisse refroidir le tout lentement, le globule de soufre solidifié se trouve recouvert d'une couche de soufre insoluble que la simple fusion du soufre à cette température ne produit jamais. — On observe aussi la transformation de la variété de soufre insoluble, isolée par refroidissement brusque, en variété plus stable par son contact prolongé, même à froid, avec l'acide azotique, ou avec l'acide sulfureux. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XLIX, p. 485; 1857. — Même Recueil, 4ᵉ série, t. I, p. 393 et 394; 1864.

(³) Même Recueil, 3ᵉ série, t. XLIX, p. 436, 439, 443; 1857.

(⁴) Même Recueil, 7ᵉ série, t. XXII, p. 289 et 310; 1901.

(⁵) Même Recueil, 4ᵉ série, t. XIX, p. 422, 423; 1870.— Le formène n'en donne pas.

(⁶) Même Mémoire, p. 423, et t. XVIII, p. 168.

(⁷) Même Mémoire, p. 401 et *passim*.

(⁸) Même Mémoire, p. 405 et 415.

» De même le carbone amorphe pur, exempt de cendres et d'hydrogène, tel qu'il est obtenu en traitant le charbon de bois au rouge vif par un courant prolongé de chlore, ce carbone pur, dis-je, traité ensuite à froid par une dissolution d'acide chromique, fournit de l'acide carbonique et de l'acide oxalique ([1]). »

ANALYSE MATHÉMATIQME. — *Sur l'irréductibilité de l'équation :*

$$y'' = 6y^2 + x.$$

Note de M. **Paul Painlevé.**

« 1. Dans les *Comptes rendus* du 1er septembre, M. R. Liouville a publié, sur l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 6y^2 + x, \tag{1}$$

une Note dont voici la conclusion textuelle :

» *L'intégration de l'équation* (1) *est ainsi réduite à celle d'un système linéaire* (*du quatrième ordre*) (*loc. cit.*, p. 394, lignes 11 et 12 à partir du bas).

» Dans une Note du 8 septembre, j'ai répondu que *M. Liouville n'avait rien démontré sur l'équation* (1) *qui ne fût évident pour toute équation différentielle du second ordre.*

» Dans ses Notes récentes, M. Liouville déclare qu'*il n'a ni énoncé ni démontré sur l'équation* (1) *aucun résultat qui ne s'applique, en effet, à une équation quelconque du second ordre.*

» Par conséquent, M. Liouville aurait aussi bien pu donner à sa conclusion cette forme :

» *L'intégration d'une équation différentielle* QUELCONQUE *du second ordre est ainsi réduite à celle d'un système linéaire du quatrième ordre.*

» Ce dernier énoncé suffit, je crois, à décider si j'ai eu raison de qualifier d'*illusoire* la réduction imaginée par M. Liouville. Toutefois, comme il m'importe beaucoup de ne laisser aucun crédit à l'opinion d'après laquelle l'équation (1) serait ramenée à une équation linéaire, j'insisterai une dernière fois sur l'énoncé précis des résultats de M. Liouville.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 218; 1871.

» 2. Écrivons l'équation (1) sous la forme

$$\frac{dy}{dx}=z, \qquad \frac{dz}{dx}=6y^2+x, \tag{2}$$

et soit $u(x,y,z)$ une intégrale première de (2). Appelons, d'autre part, *système* Σ tout système d'équations aux dérivées partielles en $w(x,y,z)$ dont la solution générale est de la forme

$$\begin{cases} w(x,y,z)=a_1w_1+a_2w_2+a_3w_3+a_4w_4 \\ (a_1, a_2, a_3, a_4 \text{ constantes arbitraires}). \end{cases} \tag{3}$$

Un tel système est linéaire par rapport à w et à ses dérivées premières, et ses coefficients sont des coefficients *analytiques* de x, y, z. Ceci posé, le résultat démontré par M. Liouville s'énonce ainsi :

» *Il existe des systèmes* Σ *tels que le quotient* $u=\frac{w_2}{w_1}$ *de deux solutions arbitraires* w_1, w_2 *de* Σ *soit une intégrale première de* (2).

» Cette proposition est *évidente pour n'importe quelle équation du second ordre*. Écrivons, en effet, une telle équation sous la forme

$$\frac{dy}{dx}=z, \qquad \frac{dz}{dx}=\mathrm{R}(x,y,z) \qquad (\mathrm{R} \text{ algébrique en } x, y, z), \tag{4}$$

et appelons *système* S tout système Σ tel que le quotient de deux solutions quelconques de Σ soit une intégrale première de (4). Pour obtenir un système S, il suffit de choisir arbitrairement une fonction $f(x,y,z)$ et quatre intégrales premières u_1, u_2, u_3, u_4 de (4); si l'on pose

$$w=(a_1u_1+a_2u_2+a_3u_3+a_4u_4)f,$$

la fonction w vérifie un système différentiel Σ qui est un système S, et tous les systèmes S peuvent s'obtenir de cette manière.

» Un système S *une fois connu*, son intégration revient (d'après la méthode de Meyer, par exemple) à celle d'*une équation linéaire ordinaire du quatrième ordre*. Mais, quand l'équation proposée (4) est *quelconque, il est impossible, en général, de construire effectivement un système* S. En effet, les coefficients d'un quelconque de ces systèmes sont des fonctions analytiques de x, y, z qui vérifient certaines équations (algébriques) aux dérivées partielles [1], soit T. Or l'intégration de ces équations T revient à celle

---

[1] Ces équations T sont les conditions nécessaires et suffisantes : 1° pour que les

d'une certaine équation différentielle ordinaire, *du deuxième ordre*, qui *est de l'espèce la plus générale en même temps que la proposée*. D'une façon plus précise, cette équation auxiliaire du deuxième ordre est, en général, exactement équivalente à la proposée (4) : autrement dit, l'intégration d'une de ces deux équations entraîne celle de l'autre, sans intégrations nouvelles. Il n'en est autrement que pour des équations (4) exceptionnelles; par exemple, si l'équation (4) est convenablement choisie, il existera un système S algébrique en x, y, z.

» 3. Ces remarques faites, je reviens aux propositions de M. Liouville. Ayant établi pour l'équation (1) l'existence des systèmes S (évidente pour toute équation du deuxième ordre), M. Liouville en conclut immédiatement :

» *L'intégration de l'équation* (1) *est ainsi réduite à celle d'un système linéaire du quatrième ordre* (système S).

» Qui ne voit que la conclusion exacte est la suivante :

« L'intégration de (1) est ainsi ramenée : 1° *à la formation effective* » *d'un système* S ; 2° à l'intégration de ce système linéaire » ?

» Cet énoncé est vrai pour toute équation (4). Mais l'opération 1° est impossible à effectuer si l'équation (4) n'est pas *exceptionnelle*, et M. Liouville ne montrait nullement ([1]) que l'équation (1) fût (à ce point de vue) exceptionnelle.

» C'est là ce que j'ai expliqué en substance dans ma réponse du 8 septembre. M. Liouville objecte que cette réponse ne lui a rien appris. Par conséquent, lorsqu'il a rédigé sa Note du 1er septembre, M. Liouville savait qu'il ramenait en réalité l'intégration de (1) à deux opérations successives : 1° formation effective d'un système S ; 2° intégration de ce système linéaire. Il savait que la première de ces opérations dépend d'une équation différentielle ordinaire du deuxième ordre (équivalente en général à la proposée) qu'il n'avait aucun moyen d'intégrer. Et, sachant cela, il a écrit : « L'intégration de l'équation (1) est ainsi réduite à celle d'un sys- » tème linéaire du quatrième ordre » (en réservant les calculs pour une

---

équations S soient compatibles [j'entends : aient une solution générale de la forme (3)]; 2° pour que le quotient $\frac{w_1}{w_2}$ de deux solutions arbitraires de S soit une intégrale première de (4).

([1]) Et ne pouvait le montrer, puisque la chose n'est pas exacte (comme je l'ai établi par la suite).

Communication prochaine). Cette terminologie me semble inadmissible. A quels résultats extraordinaires n'arriverait-on pas si on l'admettait? A celui-ci, par exemple : *Toute équation du deuxième ordre* (*ou d'ordre n*) *est intégrable par quadratures*. En effet, soient $u_1(x, y, z)$, $u_2(x, y, z)$ deux intégrales premières de (4); il existe évidemment des systèmes de la forme

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial x} = \alpha, & \dfrac{\partial u}{\partial y} = \beta, & \dfrac{\partial u}{\partial z} = \gamma; \\[2mm] \dfrac{\partial v}{\partial x} = \alpha_1, & \dfrac{\partial v}{\partial y} = \beta_1, & \dfrac{\partial v}{\partial z} = \gamma_1; \end{cases}$$

($\alpha, \beta, \ldots, \gamma_1$ fonctions analytiques de x, y, z), dont la solution générale est $u = u_1 +$ const., $v = u_2 +$ const. Un tel système (5) s'intégrant par quadratures, l'intégration de (4) est réduite aux quadratures. Tel est exactement le mode de raisonnement de M. Liouville dans sa Note du 1er septembre.

» 4. Il est une chose encore que je m'explique mal. La Note en question se termine par cette phrase (*loc. cit.*, p. 395) :

« Au surplus, l'emploi des considérations qui viennent d'être indiquées » n'est pas limité aux équations du second ordre à points critiques fixes : » *les cas dans lesquels s'applique une transformation analogue sont étendus* ».

» Pourquoi M. Liouville n'a-t-il pas écrit (puisqu'il le savait) que sa transformation s'appliquait, sans la moindre modification, *à toutes les équations du second ordre?* Autrement dit, qu'il réduisait n'importe quelle équation du deuxième ordre à une équation *linéaire* du quatrième ordre? Tous les lecteurs eussent compris, du coup, le sens inusité dans lequel M. Liouville employait le mot *réduction*.

» Mais je ne veux pas épiloguer davantage sur ces détails. Ce qui importe, c'est que nous soyons maintenant d'accord, M. Liouville et moi, sur les résultats par lui établis. *Il est donc bien entendu que tout ce qu'a démontré M. Liouville sur l'équation* (1) *est vrai pour n'importe quelle équation du second ordre*. Par conséquent, l'assertion d'après laquelle l'intégration de l'équation (1) serait réduite à celle d'un système linéaire du quatrième ordre *est nulle et non avenue*.

» 5. *De l'irréductibilité absolue de l'équation* (1). — Je dirai maintenant quelques mots d'un sujet qu'a touché M. Liouville dans ses deux dernières Notes. J'ai montré, dans ma Communication du 27 octobre, que l'équation (1) est irréductible au sens de M. Drach, par suite absolument irréductible. M. Liouville ne pense pas que l'irréductibilité ainsi entendue

soit vraiment *absolue*, et il pose la question suivante qui ne lui semble pas tranchée par ma Note du 27 octobre :

» *Parmi les systèmes linéaires* S *qui correspondent à l'équation* (1), *en existe-t-il un qui soit algébrique en* x, y, z, *ou dont les coefficients soient des fonctions de* x, y, z *qui s'expriment à l'aide des transcendantes connues?*

» Je vais montrer brièvement que cette question se trouve résolue dans le sens *négatif* par les résultats que j'ai publiés. Il est exact, en effet, qu'une solution $w(x, y, z)$ d'un système S [attaché à (1)] n'est pas, en général, une intégrale première de (1), mais le quotient

$$u = \frac{a_1 w_1 + a_2 w_2 + a_3 w_3 + a_4 w_4}{b_1 w_1 + b_2 w_2 + b_3 w_3 + b_4 w_4} \qquad (a, b \text{ constantes arbitraires})$$

de deux solutions arbitraires de S est une telle intégrale et, d'autre part, vérifie un certain système différentiel de forme connue, soit S', dont les coefficients sont des combinaisons algébriques des coefficients de S et de leurs dérivées. La question posée par M. Liouville équivaut donc à la suivante : « Parmi les systèmes S' correspondant à l'équation (1), en existe-t-il » dont les coefficients soient des fonctions algébriques ou des transcen- » dantes connues en x, y, z? »

» Admettons, pour un instant, qu'un des systèmes S' attachés à l'équation (1) soit *algébrique*. L'équation (1) est alors *réductible* au sens de M. Drach, et le théorème de M. Drach conduit, dans ce cas particulier, à ce résultat singulièrement précis : il existe nécessairement — soit un système linéaire (algébrique) *du troisième ordre*, dont la solution générale est de la forme $u(x, y, z) = a_1 u_1 + a_2 u_2 + a_3$, [$u_1$, u_2 désignant deux intégrales premières de (1), et a_1, a_2, a_3 des constantes], — soit un système linéaire, homogène (algébrique), *du second ordre* qui donne une intégrale première de (1) par le quotient de deux de ses solutions.

» La même conclusion subsiste dans l'hypothèse où les coefficients d'un des systèmes S' sont définis par des conditions différentielles telles que leur solution générale ne dépende que d'un nombre *fini* de constantes. C'est ce qui se présenterait notamment si les coefficients d'un système S' étaient des combinaisons de transcendantes *classiques* en x, y, z.

» Comme l'équation (1) est *irréductible au sens de M. Drach*, aucune des hypothèses précédentes n'est admissible. L'équation linéaire du quatrième ordre que M. Liouville pensait, le 1er septembre, *construire effectivement* dans une Communication prochaine est, en réalité, *impossible à former*.

» Mais je vais plus loin, comme le dit avec raison M. Liouville. Non

seulement la question particulière que je viens de traiter, mais toutes les questions analogues, relatives à la réductibilité de l'équation (1), sont tranchées, dès maintenant, dans le sens négatif. Autrement dit, *une équation irréductible, au sens de M. Drach, n'est attaquable par aucun procédé d'intégration formelle.*

» Je n'ignore pas ce qu'une telle affirmation semble avoir de hardi et de paradoxal. C'est une vérité pourtant, et c'est là ce qui fait justement la puissance et la généralité du théorème de M. Drach. Si M. Liouville croit posséder un exemple d'équation différentielle (algébrique) qui soit réductible et qui échappe au théorème de M. Drach, il serait intéressant qu'il le fît connaître.

» Il est possible que mon opinion à ce sujet soit encore « un peu isolée », comme dit M. Liouville. Mais ce sera bientôt l'opinion unanime quand le théorème de M. Drach, ayant reçu un exposé didactique et définitif, sera devenu familier aux géomètres. »

CHIMIE. — *Sur la quantité d'hydrogène libre de l'air et la densité de l'azote atmosphérique.* Note de M. **Armand Gautier**.

« En 1898, j'ai montré que l'hydrogène libre est un des constituants de l'air qui, à l'état de pureté, en contient environ 19 cent-millièmes de son volume. A la surface du sol, il s'y ajoute un peu de méthane; dans les grandes villes, ce dernier gaz peut atteindre les deux tiers du volume de l'hydrogène ([1]).

» Lord Rayleigh, en 1900, a fait des réserves, non sur l'existence, mais sur la proportion d'hydrogène libre de l'atmosphère, et M. A. Leduc, dans une Note insérée dans un des derniers cahiers des *Comptes rendus* ([2]), a cru pouvoir appuyer, par d'autres considérations, tirées de la valeur des densités des gaz de l'air, les remarques de Lord Rayleigh.

» Je crois nécessaire de répondre à ces objections. Tout ce qui touche à la constitution de notre atmosphère a son intérêt propre. Bien plus, ainsi qu'on va le voir, l'existence et la proportion des gaz combustibles de l'air remet en question la vraie valeur des poids et densités de ses principaux

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 693; t. CXXVIII, p. 487; t. CXXXI, p. 1353; et *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, p. 5 et 96.

([2]) Séance du 17 novembre dernier, p. 860.

gaz constituants et de l'air lui-même, données importantes sur lesquelles reposent en partie nos théories chimiques fondamentales.

» Pour la clarté du sujet, nous examinerons d'abord l'objection de M. A. Leduc.

» *Remarque de M. A. Leduc.* — Si, dit-il, nous représentons par x le volume d'oxygène contenu en 100 volumes d'air et par d et d' les densités de l'oxygène et de l'azote atmosphérique, nous aurons, pour un poids 100 d'air,

$$xd + (100 - x)d' = 100,$$

d'où nous tirons pour la proportion en poids de l'oxygène de 100 parties d'air:

$$(a) \qquad xd = 100 \frac{d(1-d')}{d-d'}.$$

Si dans l'équation (a) on remplace d et d' par les valeurs $d = 1,10561$ et $d' = 0,97137$ de V. Regnault, on obtient $xd = 23,58$. Or, dans leur célèbre analyse de l'air en poids, Dumas et Boussingault, en absorbant la totalité de l'oxygène par une colonne de cuivre portée au rouge, n'ont trouvé que 23,0 pour 100 d'oxygène ([1]).

» Il s'ensuit qu'il faut qu'il y ait erreur ou dans les déterminations de Dumas ou dans celles de V. Regnault; peut-être dans les deux. M. A. Leduc a donc repris la mesure de la quantité pondérale d'oxygène de l'air, mais en l'absorbant par le phosphore; il a trouvé dans l'air de Paris : O = 23,21 ([2]).

» Il attribue l'infériorité du chiffre 23,0 donné par Dumas et Boussingault à ce que, dans leurs expériences, le cuivre ayant été réduit au préalable de son oxyde par de l'hydrogène, ce métal aurait conservé occluse une petite quantité de ce gaz; durant le passage de l'air au rouge, cet hydrogène aurait fait passer à l'état de vapeur d'eau une partie de l'oxygène à doser. De là, dit M. Leduc, diminution du poids de l'oxygène retenu par le cuivre, et augmentation du poids de l'azote de toute la vapeur d'eau formée, en même temps que diminution de la densité apparente de l'azote ainsi produit ([3]).

» Mais Dumas et Boussingault n'ont pas commis cette sorte d'erreur; leur cuivre ne contenait pas d'hydrogène, car ils disent (*loc. cit.*, p. 262) :

« Parmi les causes d'erreur, la plus grave à la fois et la plus facile à éviter est celle qui proviendrait de la présence de l'eau dans le cuivre employé.... *On a fait passer*

([1]) *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. III, p. 304.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 132, et *Recherches sur les gaz*, Paris, 1898, p. 19.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 71.

d'abord dans le tube contenant le cuivre quelques litres d'air, le cuivre étant chauffé au rouge. On oxyde ainsi et l'on perd un peu de cuivre, mais on enlève toute humidité. On fait ensuite le vide dans le tube refroidi et l'on pèse celui-ci, etc.... »

» On voit qu'avant d'absorber l'oxygène de l'air à analyser, Dumas et Boussingault chassaient au rouge par de l'air sec, non seulement toute humidité, mais, sans s'en être rendu compte, l'hydrogène qui reste occlus dans le cuivre réduit et que signalait quelques années après leur élève Melsens (1).

» Quoi qu'il en soit, M. A. Leduc, après avoir dosé l'oxygène de l'air par une autre méthode que Dumas et Boussingault, a repris avec grand soin les densités des gaz de l'air, en particulier celle de l'*azote atmosphérique* (2). Voici ses densités, comparées à celles de V. Regnault (3) :

	A. Leduc.	V. Regnault.
Oxygène	$d = 1,105\,23$	1,105 61
Azote atmosphérique..	$d' = 0,972\,03$	0,971 37
Hydrogène...........	$d'' = 0,006\,948$	0,006 949

» Si l'on porte les nouvelles densités de M. Leduc dans la formule (a) ci-dessus, on trouve pour le poids centésimal de l'oxygène de l'air :

$$xd = 23,22 \text{ (}^1\text{)}.$$

Or, on a vu que M. Leduc a directement obtenu, par absorption de l'oxygène de l'air au moyen de phosphore, 23,21 (5). Cette concordance semble non seulement satisfaisante, mais démonstrative de la nécessité des corrections des densités et données classiques de V. Regnault et de Dumas.

» Mais, dit M. A. Leduc (6), si, comme le pense M. A. Gautier, l'air contenait $0^{\text{vol}},0002$ d'hydrogène de densité d'', cette concordance n'aurait plus lieu. Si nous représentons par m la proportion d'hydrogène en volume de 1 d'air, l'équation ci-dessus (p. 1026) $xd + (100 - x)d' = 100$ devient

$$xd + (100 - x - 100m)d' + 100md'' = 100,$$

(1) *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 1103.

(2) L'azote de l'air avec son argon et ses compagnons.

(3) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 188, et *Recherches sur les gaz*, Paris, 1898, p. 39.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 135 et 860.

(5) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 132.

(6) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 860.

d'où

$$(b) \qquad xd = 100\,\frac{d(1-d')}{d-d'}\left(1 + m\,\frac{d'-d''}{1-d'}\right),$$

qui pour $m = 0,0002$ donnerait, suivant M. Leduc,

$$xd = 23,36,$$

au lieu de 23,21 trouvé par lui pour 100 parties d'air en poids.

» Mais il faut remarquer que, dans les deux équations (a) et (b), M. Leduc confond sous le même signe d' deux sortes de densités de l'azote : Dans l'équation (a), le signe d' représente la densité de l'azote de l'air de l'atmosphère avec ses impuretés, telle que l'ont donnée les expériences directes de Dumas, de V. Regnault et les siennes, azote obtenu en faisant passer l'air sur une colonne de cuivre au rouge, tandis que, dans l'équation (b), le d' représente la densité de l'azote atmosphérique (avec son argon, etc.), telle qu'elle serait si l'on avait retiré de ce gaz les $\frac{2}{10000}$ d'hydrogène, représentés ici par m, que M. Leduc fait intervenir dans son équation (b). C'est donc par inadvertance qu'il a identifié ses deux d'.

» Pour refaire le calcul de M. Leduc il faut, dans l'équation (b), remplacer d' par la vraie valeur δ de ce terme, c'est-à-dire par la densité de l'azote atmosphérique pur telle que serait cette densité si l'on enlevait à cet azote les gaz combustibles qui peuvent l'accompagner dans l'air. Pour calculer la valeur de δ, rappelons que j'ai trouvé dans l'air de Paris, où ont été faites les expériences de Dumas, puis de V. Regnault, environ 19 cent. cubes d'hydrogène et 13 cent. cubes de gaz méthane CH^4 par 100 litres. Dans l'analyse de l'air en poids de Dumas et Boussingault, on conçoit qu'en passant sur le cuivre porté au rouge, ces gaz combustibles ont dû réduire en quelque mesure l'oxyde de cuivre qui se forme, et envoyer dans l'azote recueilli un peu de vapeur d'eau et d'acide carbonique, accompagnés de l'excès d'hydrogène pur et de gaz formène non comburés. Dans leur détermination de la densité de l'azote extrait de l'air par le cuivre, J.-B. Dumas ni V. Regnault ne se sont pas préoccupés de cette cause d'erreur. M. Leduc, dans ses recherches postérieures [1], a retenu, il est vrai, la vapeur d'eau formée, mais non les autres impuretés gazeuses. De là, dans les expériences de Dumas et Boussingault, mais pour une raison autre que celle invoquée par M. Leduc, un poids d'oxygène un

---

[1] *Recherches sur les gaz*, p. 30.

peu faible et d'azote un peu fort, et, pour tous ces expérimentateurs, une densité de l'azote faussée par la présence d'un ensemble de gaz presque tous plus légers que lui.

» L'erreur commise est petite, et l'on peut la calculer avec une assez grande approximation. En effet, il résulte des expériences de J. Boussingault ([1]) rapprochées des miennes ([2]) que, lorsqu'on fait passer l'air des villes dans un tube plein de cuivre métallique porté au rouge, grâce à la dilution extrême des gaz combustibles existant dans cet air, le sixième environ de son hydrogène total (H et CH^4) est brûlé, les $\frac{5}{6}$ échappant à la combustion. J'ai, d'autre part, établi que pour 1 cent. cube d'hydrogène ainsi transformé en eau il se fait, dans ces conditions, $0^{cm^3},57$ de CO^2 provenant du gaz des marais qui ne brûle que partiellement ([3]).

» L'air contenant à Paris en moyenne 19 cent. cubes d'hydrogène libre et 13 cent. cubes de gaz CH^4 par 100 litres (*loc. cit.*, p. 94), après le passage de ce volume d'air dans un tube plein de cuivre au rouge, on recueillera 79200 cent. cubes d'azote impur, composé comme il suit d'après ce qu'on vient de dire :

	En vapeur.	c.c.
Combustion du sixième de l'hydrogène total de 100000 cent. cub.	$H^2O =$	6,6
CO^2 formé répondant au CH^4 brûlé	$CO^2 =$	3,76
$\frac{5}{6}$ de l'hydrogène libre de l'air primitif	$H =$	16,15
CH^4 restant ($12^{cm^3} - 3^{cm^3},76$)	$CH^4 =$	8,24
Azote atmosphérique	$Az =$	79165,25
	Total	79200,00

» C'est la densité de ce mélange que Dumas a trouvé égale à 0,9720.

» Il est facile d'en déduire la vraie densité de l'azote atmosphérique δ; nous avons, en effet,

$$\frac{\delta \times 79165 + 0,623 \times 6,6 + 1,529 \times 3,76 + 0,00693 \times 16,15 + 0,556 \times 8,24}{79200} = 0,9720,$$

d'où

$$\delta = 0,9723 \quad \text{(densité de l'azote atmosphérique corrigée)}$$

au lieu de 0,9720 et 0,97203 trouvé par Dumas et par M. A. Leduc pour la densité de l'azote mélangé des impuretés précédentes.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LVII, p. 171.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, p. 96.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, p. 68 et suivantes.

» Soient m et n les volumes d'hydrogène et de formène contenus dans 1 volume d'air, nous aurons, comme dans les équations (a) et (b) ci-dessus, en représentant par x, d, d'' les mêmes valeurs, remplaçant d' par sa valeur corrigée δ (densité de l'azote atmosphérique), par d''' la densité du CH^4, et sachant que $m = 0,00019$ et $n = 0,00013$, l'équation

$$xd + (100 - x - 100m - 100n)\delta + 100m\,d'' + 100n\,d''' = 100,$$

d'où, pour la valeur centésimale en poids de l'oxygène de l'air :

$$(c) \qquad xd = 100\frac{d(1-\delta)}{d-\delta}\left(1 + m\frac{\delta - d''}{1-\delta} + n\frac{\delta - d'''}{1-\delta}\right).$$

En remplaçant d et d'' par les nombres donnés par M. A. Leduc et d''' par la densité 0,556 du formène, on trouve, pour le poids d'oxygène contenu en 100 parties d'air à Paris calculé d'après les densités de Leduc,

$$xd = 23,22.$$

» Le même calcul, fait avec les densités de V. Regnault, donne :

$$xd = 23,17.$$

» MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Grandeau (1) ont trouvé directement 23,09 et M. Leduc (2) 23,21, chacun par deux méthodes différentes.

» On voit combien est peu fondée l'objection que, si l'air contenait $\frac{2}{10000}$ d'hydrogène, le calcul précédent donnerait 23,36 d'oxygène pour 100 d'air en poids, résultat qui infirmerait, en effet, mes chiffres. Je viens de montrer au contraire que la considération de l'hydrogène de l'air et du méthane qui l'accompagne permet d'expliquer la contradiction apparente relevée par M. Leduc entre la composition de l'air en poids, obtenue directement par tous les expérimentateurs depuis Dumas et Boussingault, et celle qui résulte de la considération des densités de ses gaz composants.

» Il reste, de plus, établi que la densité de l'*azote atmosphérique* trouvée égale à 0,9720 par Dumas et par M. Leduc, et à 0,97137 par V. Regnault est sensiblement trop faible à cause des gaz plus légers que contenait cet azote, et qu'elle doit être portée environ à 0,9723.

(1) *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 1103.
(2) *Recherches sur les gaz*. Paris, 1898, p. 19.

» *Objection de Lord Rayleigh.* — Ce savant pense que la quantité d'hydrogène libre de l'air excéderait peu le $\frac{1}{30000}$ du volume total (*Philos. Magaz.*, janvier 1901 et octobre 1902); il se fonde sur deux ordres de considérations.

» 1° La spectroscopie de l'air ne donnerait que faiblement la raie C de l'hydrogène, alors que cette raie devient très apparente quand on ajoute $\frac{2}{10000}$ d'hydrogène libre soit à l'air lui-même, soit à de l'air qui a circulé sur de l'oxyde de cuivre incandescent.

» Mais j'ai fait voir que de l'air qui passe sur de l'oxyde de cuivre au rouge ne lui cède que très difficilement son hydrogène, même en passant sur une colonne de $0^m,50$ de CuO. Par conséquent, cet air, auquel on ajoute $\frac{2}{10000}$ d'hydrogène nouveau, doit en contenir bien près de $\frac{3}{10000}$ à $\frac{4}{10000}$; or l'on sait que la visibilité des raies, nulle ou presque nulle au-dessous d'une certaine limite, croît ensuite très rapidement avec les proportions des gaz qui les provoquent. La visibilité ou l'éclat des raies n'est donc pas proportionnelle aux quantités des gaz actifs. Lord Rayleigh reconnaît d'ailleurs que la visibilité de cette ligne C variait beaucoup, dans ses essais, avec la matière des électrodes, condition qui rend encore plus difficile toute conclusion relative aux proportions d'hydrogène présent.

» 2° Lord Rayleigh s'est donc déterminé à recourir à l'épreuve chimique : il a fait passer 10 litres d'air de la campagne, bien desséché, sur de l'oxyde de cuivre au rouge. L'eau ainsi formée ne correspondit qu'à $\frac{1}{7}$ environ de la quantité d'hydrogène que j'ai trouvée dans l'air.

» Quand on opère à la campagne avec une colonne de $0^m,30$ de CuO au rouge, cette quantité répond, d'après mes expériences, à $1^{mg},54$ d'hydrogène pour 100 litres, soit $1^{mg},386$ d'eau formée pour 10 litres d'air [1]. Lord Rayleigh a obtenu en moyenne un peu plus du septième de cette quantité, soit $0^{mg},21$. Mais comment pouvoir fonder des conclusions sur la mesure de variations de poids si faibles et que les moindres causes d'erreur doivent grandement influencer? Parmi ses expériences, Lord Rayleigh en cite plusieurs où le tube à anhydride phosphorique destiné à recueillir l'eau formée, au lieu d'augmenter, avait, au contraire, *perdu du poids*. Il y avait donc bien, dans ses expériences, une cause notoire d'erreur dans le sens d'une diminution de poids du tube à eau [2].

---

[1] *Ann. de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, p. 69 et 80.

[2] Le P^2O^5 peut perdre des composés moins oxygénés du phosphore et même du Ph et du PH^3, s'il n'a pas été suffisamment chauffé à 260° dans l'oxygène sec.

Portant sur les quelques décimilligrammes d'eau qui pouvaient se produire, l'erreur devenait donc énorme relativement au petit poids d'eau à recueillir. J'espère que Lord Rayleigh reconnaîtra que ses expériences, d'ailleurs très habilement faites, l'ont été certainement sur une trop petite échelle.

» L'extraction directe de l'hydrogène libre de l'atmosphère a été exécutée en 1900 par E.-D. Liveing et J. Dewar ([1]). En recueillant, dans une enceinte à $-210°$, les parties les plus volatiles de l'air liquide, ils obtinrent un résidu gazeux, inflammable, qui analysé fut reconnu contenir, pour 100 volumes, 43 vol. d'hydrogène libre, 6 vol. d'oxygène et 51 vol. de divers autres gaz (Az, Ar, Ne, He, ...). Remarquons que 1 litre d'air liquide ou 2200 grammes (répondant à 2000 litres d'air environ) ne contiennent que $0^g,033$ d'hydrogène et qu'on ne saurait espérer retirer ainsi, par distillation fractionnée, la totalité de ces 33 milligrammes d'hydrogène en partie dissous dans plus de 2 kilogrammes d'air liquéfié.

» La présence de l'hydrogène libre dans l'atmosphère est une notion importante au point de vue de l'origine de l'air, de sa constitution, de la composition de ses couches supérieures, du rôle qu'y joue ce gaz dans les phénomènes chimiques et météoriques qui s'y produisent. Je viens de montrer aussi qu'il convient de tenir compte de cet hydrogène, et des gaz combustibles accessoires qui l'accompagnent, dans les déterminations fondamentales des densités de l'azote et de la densité de l'air lui-même.

» Il est certain que sa composition est légèrement variable, et qu'à égalité de pression le poids de son unité de volume n'est pas le même à la campagne, dans les villes populeuses, en mer et dans les hautes régions de l'atmosphère. Je m'associe donc à l'opinion de V. Regnault qui, déjà en 1845, déplorait qu'on rapportât les densités des gaz à celle de l'air prise comme unité ([2]). « Cette convention fâcheuse, dit-il, suppose que la composition de l'air est absolument invariable. » Il serait plus simple, croyons-nous, et pour bien d'autres raisons encore, de rapporter les densités des gaz à celle de l'hydrogène prise pour unité. »

([1]) *Proceed. Roy. Soc.*, t. LXVII, p. 468.

([2]) *Comptes rendus*, t. XX, p. 987.

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Péripatidés de l'Afrique australe.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

« On sait que le développement embryonnaire des Péripatidés peut s'effectuer suivant quatre modes différents : 1° chez les *Peripatus* du Nouveau Monde et de l'Afrique, où les œufs n'ont que 40^{μ} à 50^{μ} de diamètre, les jeunes embryons puisent leur nourriture dans les parois utérines au moyen d'un vaste placenta qui se rattache à la nuque : 2° chez les *Paraperipatus Novæ Britanniæ* (M. Willey), où les œufs n'ont qu'un diamètre double, la nutrition des jeunes embryons s'effectue au moyen d'une énorme vésicule antéro-dorsale qui plonge dans le liquide utérin ; 3° chez la plupart des *Peripatopsis* (espèces du Chili et de l'Afrique australe) elle se produit sans aucune annexe embryonnaire, encore que les œufs soient réduits, dépourvus de jaune et ne mesurent pas plus de 500^{μ} de diamètre ; 4° enfin chez les *Peripatus* indo-malais et chez les *Peripatoïdes* (qu'ils soient ovipares ou vivipares), l'embryon se nourrit directement aux dépens de l'œuf, qui renferme un jaune volumineux et qui peut atteindre un diamètre de 1^{mm},5 à 2^{mm}.

» Ce sont les recherches de Balfour et celles, beaucoup plus complètes, de M. Sedgwick qui nous ont fait connaître le troisième mode de développement, celui des *Peripatopsis*. Ces recherches s'appliquaient à deux espèces seulement : le *P. capensis* Grube et le *P. Balfouri* Sedgw., mais les représentants du genre sont tellement voisins les uns des autres par leur morphologie et leurs caractères anatomiques qu'on crut pouvoir étendre à tous les conclusions de Balfour et de M. Sedgwick. L'objet de cette Note sera de montrer que pareille généralisation ne laisse pas d'être trop hâtive et qu'en réalité le développement embryonnaire des *Peripatopsis* se rattache par tous les degrés à celui du *Paraperipatus Novæ Britanniæ*.

» I. Dans le *Peripatopsis Sedgwicki* Purcell, espèce qui habite le Natal, le développement embryonnaire ressemble totalement à celui du *P. Novæ Britanniæ*. Les œufs utérins de cet Onychophore sont moitié plus petits que ceux des autres *Peripatopsis* et, comme dans le *P. Novæ Britanniæ*, se transforment en une vésicule ovoïde où l'aire embryonnaire se trouve localisée à l'extrémité postérieure. Ce stade doit être suivi de plusieurs autres que je n'ai pas étudiés, et dans lesquels l'aire embryonnaire se déplace en avant sur la face ventrale de la vésicule.

» On arrive ainsi à un embryon enroulé en spirale et qui présente sur la nuque une vésicule turgescente. Cette vésicule ressemble de tous points à celle du *P. Novæ Britanniæ* et acquiert, comme elle, des dimensions démesurées; elle est très large, quatre ou cinq fois aussi longue que la longueur de l'embryon, et revêt, en partie, le corps de ce dernier; son caractère propre est de ne pas présenter le prolongement postérieur qu'on observe dans la vésicule du *P. Novæ Britanniæ*.

» Les embryons d'une même femelle ne sont pas tous exactement au même stade; certains d'entre eux ont une vésicule fort réduite et quelques-uns même en sont dépourvus. Ces derniers sont d'ailleurs bien loin d'avoir achevé leur croissance, et ressemblent en cela aux embryons du *P. Novæ Britanniæ* où la vésicule vient de disparaître.

» J'ai signalé il y a deux ans les embryons à vésicule réduite et, plus récemment, des embryons à vésicule très développée.

» II. Une espèce très voisine de la précédente, le *P. Moseleyi* Wood-Mason, qui habite le Natal et la colonie du Cap, m'a permis de constater un passage très net aux *Peripatopsis* dépourvus d'annexes embryonnaires.

» Les très jeunes de cette espèce se présentent sous la forme de vésicules ovoïdes ayant $1^{mm},75$ de longueur et $1^{mm},50$ de largeur. Formée par une paroi ectodermique richement pourvue de noyaux, la vésicule s'épaissit du côté ventral, à quelque distance de l'extrémité postérieure et forme en ce point une aire embryonnaire des plus distinctes. Cette aire n'occupe qu'une étendue fort restreinte à la surface de la vésicule : elle a un demi-millimètre de largeur et une longueur un peu plus faible; sur le tiers médian de son axe longitudinal s'étend le blastopore entouré d'un bourrelet où l'on entrevoit à peine un commencement de constriction latérale. Dans la moitié antérieure de l'aire se trouvent de chaque côté sept épaississements symétriques qui correspondent aux sept premiers somites; en arrière les somites sont remplacés par un épaississement continu qui s'exagère sur la ligne médiane et forme en ce point un centre proliférateur caudal.

» A un stade un peu plus avancé la vésicule mesure 2^{mm} de diamètre; son aire embryonnaire a conservé la même longueur, mais sa largeur est beaucoup plus grande et atteint $0^{mm},70$. Le blastopore s'est divisé en deux orifices étroits qui représentent la bouche et l'anus; l'extrémité caudale, où se trouve le centre proliférateur, s'avance du côté de la bouche, ramenant avec lui en avant les somites 7 et 8 et les deux épaississements ter-

minaux où se produiront ultérieurement d'autres somites. D'ailleurs l'aire embryonnaire tout entière s'est très sensiblement éloignée de l'extrémité postérieure de la vésicule. Dans le *Paraperipatus Novæ Britanniæ*, M. Willey a observé un stade (stade VI) absolument intermédiaire entre les deux précédents; la seule différence, c'est que la vésicule du *P. Moseleyi* est un peu plus large et beaucoup moins longue. On peut affirmer sans aucun doute qu'une différence de même ordre doit exister entre le *P. Moseleyi* et le *P. Sedgwicki*.

» A un stade encore plus avancé on observe déjà tous les appendices, et le corps de l'embryon présente deux inflexions qui le divisent en trois parties bien distinctes : l'une antérieure, qui s'étend jusqu'aux pattes de la troisième paire; l'autre postérieure, qui correspond à peu près aux dix derniers somites, et une portion intermédiaire contre la face ventrale de laquelle viennent s'appliquer les faces ventrales des deux autres. La région intermédiaire se distingue au premier abord par son volume considérable, par ses parois minces et par l'aspect de sa surface, qui présente bien quelques papilles mais n'offre pas encore de plis; elle représente en somme une vésicule embryonnaire qui ne mesure pas moins de 3^{mm} de longueur sur $1^{mm},5$ de largeur. D'ailleurs, cette vésicule ne se pédonculisera jamais vers la région nuquale comme on l'observe dans le *Paraperipatus Novæ Britanniæ* et dans le *Peripatopsis Sedgwicki;* dans une même femelle, en effet, j'ai trouvé des embryons au stade que je viens de décrire et d'autres où la vésicule se réduit de plus en plus et quelques-uns même où celle-ci a disparu. En fait les parois de la vésicule constituent tout simplement, à ces stades très voisins, les parois de la région moyenne du corps, et lorsque le liquide vésiculaire a été complètement résorbé, cette région a pris, comme les deux autres, la forme grêle et les plissements caractéristiques des embryons avancés.

» III. D'après ce qui précède on doit se représenter de la manière suivante les modifications évolutives du développement embryonnaire depuis le *Paraperipatus Novæ Britanniæ* et le *Peripatopsis Sedgwicki* jusqu'au *Peripatopsis capensis :* 1° dans les deux premières espèces, la segmentation conduit à une grosse vésicule ectodermique où l'aire embryonnaire, toujours fortement transversale, n'occupe qu'une très faible étendue; cette vésicule s'allonge beaucoup, se pédonculise dans la région antérieure et se réduit peu à peu jusqu'à disparaître à mesure que s'effectue le développement de l'embryon; 2° dans le *Peripatopsis Moseleyi* il y a également formation d'une grosse vésicule et d'une petite aire embryonnaire transversale, mais la

vésicule ne s'allonge pas beaucoup, elle ne se pédonculise jamais et, par résorption de son contenu, forme simplement les parois de la région moyenne du corps; 3° dans le *P. capensis*, la segmentation conduit à une petite vésicule ovoïde dont le grand diamètre n'a pas plus de $0^{mm},7$; l'aire embryonnaire, beaucoup plus longue que large, occupe toute la face ventrale de la vésicule, et la face dorsale de cette dernière constitue le dos de l'embryon, sans former jamais la volumineuse proéminence qu'on observe dans le *P. Moseleyi*. Il est probable que l'étude des autres *Peripatopsis* de l'Afrique australe permettra de constater tous les passages entre les deux dernières formes, c'est-à-dire des états où la vésicule primitive est plus réduite que celle du *P. Moseleyi*, plus grande que celle du *P. capensis*.

» J'ajouterai que l'observation des organes internes permet de reconnaître une évolution dans le même sens parmi les *Peripatopsis* de l'Afrique australe; ainsi le *P. Sedgwicki* présente encore des glandes crurales très développées à la base des trois paires de pattes prégénitales, tandis que dans le *P. Moseleyi* et le *P. capensis* les glandes crurales de la paire postérieure débordent seules dans le sinus latéral. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Hémogrégarines des Ophidiens.* Note de M. A. LAVERAN.

« Il n'est pas rare de trouver des Hémogrégarines chez les Ophidiens; ces parasites ont été observés par Billet ([1]) chez 3 Ophidiens du Haut-Tonkin, par Hagenmuller chez une couleuvre d'Algérie ([2]), par Langmann ([3]) et Lutz ([4]) chez 22 espèces d'Ophidiens d'Amérique, par Simond chez 4 espèces d'Ophidiens de l'Inde ou de Cochinchine ([5]), par Carl Börner chez une couleuvre ([6]).

» J'ai eu l'occasion d'étudier ces Hémogrégarines dans des préparations de sang de *Naja tripudians* qui m'ont été envoyées de Pondichéry par M. le Dr Gouzien, médecin des colonies, dans des préparations de sang d'une couleuvre d'Algérie, *Zamenis hippocrepis*, qui m'ont été remises par

([1]) BILLET, *Soc. de Biologie*, 19 janvier 1895.
([2]) HAGENMULLER, *Arch. de Zool. expérim.*, n° 4, 1898.
([3]) LANGMANN, *New-York med. Journ.*, 7 janvier 1899.
([4]) LUTZ, *Centralbl. f. Bakter.*, E. Abt., t. XXIX, 1901, n° 9.
([5]) SIMOND, *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1901, p. 319.
([6]) C. BÖRNER, *Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie*, t. LXIX, 19 mars 1901.

M. le D[r] Soulié, professeur à l'Ecole de Médecine d'Alger, enfin dans des préparations de sang de *Crotalus confluentus* et de *Ancistrodon piscivorus* que je dois à M. le D[r] Langmann, de New-York.

» *Naja tripudians* figure parmi les Ophidiens signalés comme infectés d'Hémogrégarines (Simond); l'existence de ces parasites chez *Zamenis hippocrepis* n'avait pas encore été notée.

» Le nombre des espèces d'Ophidiens chez lesquels l'existence d'Hémogrégarines a été reconnue s'élève aujourd'hui à 32.

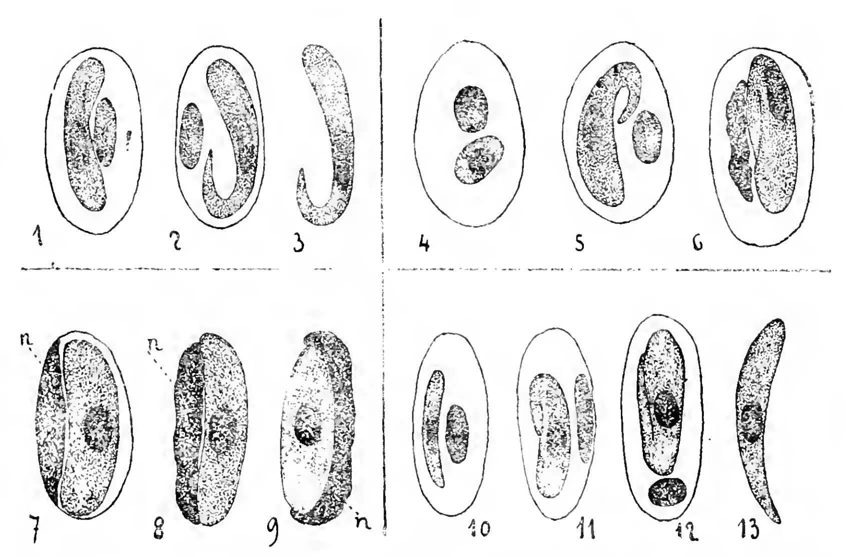


Fig. 1-3, Hémogrég. de *Naja tripudians*. — Fig. 4-6, Hémogrég. de *Zamenis hippocrepis*. — Fig. 7-9, Hémogrég. de *Crotalus confluentus*. *n*, *n*, noyaux hypertrophiés des hématies. — Fig. 10-13, Hémogrég. de *Ancistrodon piscivorus*. Gross. 1400 D. environ.

» Les préparations de sang de *Naja tripudians* dans lesquelles j'ai trouvé des Hémogrégarines provenaient de deux de ces Ophidiens; elles contenaient des parasites, en petit nombre. Je donnerai à cette Hémogrégarine le nom de *H. najae*.

» Le parasite se présente d'ordinaire, comme cela est indiqué dans la figure 1, sous l'aspect d'un vermicule endoglobulaire; l'une des extrémités est arrondie, l'autre est effilée, et repliée quand l'Hémogrégarine a atteint son développement complet. Dans les préparations colorées, on distingue, vers la partie moyenne du corps du parasite, un noyau ovalaire plus ou moins allongé.

» L'Hémogrégarine repliée mesure 14^{μ} de long environ; dépliée, elle a 21^{μ} à 22^{μ} de long sur 3^{μ} de large, à l'extrémité arrondie.

» La figure 2 représente une Hémogrégarine en train de se déplier; la figure 3, une Hémogrégarine qui est devenue libre.

» A la première phase de développement de l'Hémogrégarine, l'hématie-hôte n'est pas altérée, le noyau reste en place; lorsque le parasite grandit, le noyau de l'hématie

est souvent refoulé (*fig.* 2); ce noyau a, en général, son volume normal; il est rare qu'il soit augmenté de volume, et, dans ce cas, l'hypertrophie est toujours légère. Les hématies parasitées ont souvent des dimensions plus grandes que les hématies normales, 18^μ à 19^μ par exemple, dans leur grand diamètre, au lieu de 17^μ, chiffre normal.

» Je désignerai, sous le nom de *H. zamenis* l'Hémogrégarine trouvée par M. Soulié chez *Zamenis hippocrepis*.

» Dans les préparations de sang desséché que j'ai examinées, l'Hémogrégarine était toujours endoglobulaire.

» A son premier stade de développement, *H. zamenis* a l'aspect d'un élément ovalaire d'un volume égal ou à peine supérieur à celui du noyau de l'hématie (*fig.* 4). Dans les préparations colorées on distingue, au centre de ces petits éléments, un noyau constitué essentiellement par des granulations chromatiques.

» A ce stade, l'hématie-hôte a généralement son aspect normal, le noyau est à sa place ou bien il est légèrement refoulé.

» Le parasite, à une phase plus avancée de sa croissance, s'allonge en forme de boudin recourbé et arrondi à ses extrémités. L'une des extrémités s'effile ensuite et se replie, comme cela est indiqué dans les figures 5 et 6.

» Le parasite replié à l'intérieur d'une hématie mesure, lorsqu'il est arrivé à son développement complet, 18^μ de long (ce qui représente 25^μ à 26^μ pour le parasite déplié) sur 4^μ de large environ.

» Le grand axe de l'Hémogrégarine est, en général, parallèle au grand axe de l'hématie, mais le parasite peut se développer aussi dans des positions obliques ou même perpendiculaires par rapport à cet axe.

» Le noyau de l'Hémogrégarine reste toujours dans la moitié la plus épaisse du parasite. Le protoplasme ne contient que très peu de granulations chromatiques.

» Les hématies qui contiennent des parasites arrivés à leur développement complet s'allongent, comme cela est indiqué dans la figure 6; le noyau de l'hématie est refoulé et assez souvent hypertrophié; le noyau s'allonge parfois de telle façon qu'il a la même longueur que le parasite, les noyaux hypertrophiés se colorent plus fortement que les noyaux des hématies normales.

» L'Hémogrégarine de *Crotalus confluentus* est endoglobulaire comme les Hémogrégarines décrites ci-dessus, mais elle s'en distingue par plusieurs caractères. Les plus grandes formes ont 15^μ à 16^μ de long sur 5^μ à 6^μ de large et le parasite ne paraît pas se replier dans l'hématie. *H. crotali* est donc à la fois plus courte et plus large que les Hémogrégarines qui précèdent; de plus elle exerce une action constante sur le noyau de l'hématie-hôte qui est toujours hypertrophié et souvent dans des proportions considérables, comme l'indiquent les figures 7, 8 et 9. Il n'est pas rare de voir des noyaux d'hématies qui atteignent ou dépassent même la longueur des parasites endoglobulaires arrivés à leur développement complet, soit 16^μ à 18^μ de long. Après destruction des hématies, les noyaux hypertrophiés (*fig.* 8 et 9 *n*, *n*) restent adhérents aux parasites. Les noyaux des hématies parasitées se colorent plus fortement que les noyaux des hématies normales.

» Les figures 10 à 13 se rapportent à l'Hémogrégarine du Mocassin d'eau, *Ancistrodon piscivorus*. Je désignerai cette Hémogrégarine sous le nom de *H. mocassini*. Les formes jeunes (*fig.* 10) sont étroites, non repliées sur elles-mêmes; les formes plus

avancées dans leur développement sont repliées comme l'indiquent les figures 11 et 12. Le noyau de l'hématie-hôte est refoulé et aplati, il est rarement hypertrophié; l'hématie parasitée s'allonge souvent. Il n'est pas rare de trouver deux parasites dans une hématie. Les Hémogrégarines repliées dans les hématies mesurent de 12^{μ} à 17^{μ} de long; libres et dépliées, elles mesurent de 20^{μ} à 25^{μ}.

» Ces Hémogrégarines ont évidemment de grandes ressemblances entre elles; faut-il admettre avec Langmann et Lutz qu'elles appartiennent toutes à une même espèce, *Drepanidium serpentium* Lutz? Je ne le crois pas. Il est très probable que *H. crotali,* par exemple, est d'une autre espèce que *H. najae;* ce dernier parasite est plus long et plus grêle que le premier et il n'agit pas comme lui sur les noyaux des hématies-hôtes ([1]).

» Nous sommes, malheureusement, très peu renseignés sur l'évolution des Hémogrégarines des Ophidiens, ce qui rend la différenciation des espèces très difficile.

» Dans aucune des préparations de sang d'Ophidiens infectés d'Hémogrégarines que j'ai examinées, je n'ai vu de formes de multiplication de ces parasites. Il en est de même pour les Hémogrégarines des Chéloniens. Chez *Emys lutaria,* c'est dans les viscères et, en particulier, dans le foie qu'il faut rechercher les formes de reproduction endogène de *H. Stepanowi* ([2]); de même pour *H. stepanowiana* de *Damonia Reevesii* ([3]).

» Lutz a trouvé dans les poumons de plusieurs Ophidiens ayant des Hémogrégarines et, en particulier, chez *Eunectes murinus*, des éléments parasitaires en voie de multiplication qu'il a décrits sous les noms de *kystes à macrosporozoïtes* et *à microsporozoïtes*. Sur des coupes d'un morceau de poumon d'*Eunectes murinus* que M. Lutz a bien voulu m'envoyer, j'ai retrouvé les formes de multiplication décrites par ce savant confrère; l'existence de ces formes n'est donc pas douteuse, l'interprétation des faits est seule discutable.

» Les Hémogrégarines qui vont se multiplier augmentent de volume, elles deviennent en outre moins flexibles; on comprend donc qu'elles s'arrêtent dans les capillaires : c'est probablement pour cela que les formes

---

([1]) J'ai déjà appelé l'attention sur ce fait que certains Protozoaires endoglobulaires déterminent l'hypertrophie du noyau de la cellule-hôte, tandis que des parasites d'espèces voisines sont sans action sur ce noyau. (*Soc. de Biologie,* 28 avril 1900 et 18 octobre 1902.)

([2]) LAVERAN, *Soc. de Biologie,* 1er et 8 octobre 1898.

([3]) LAVERAN et MESNIL, *Comptes rendus,* 20 octobre 1902.

de multiplication ne se rencontrent pas, en général, dans le sang de la grande circulation.

» L'étude des Hémogrégarines ne doit pas être faite seulement dans le sang, il faut la poursuivre dans les organes internes : dans le foie, dans les reins et dans les poumons, sur des frottis ou sur des coupes histologiques de ces viscères.

» Il y aura lieu aussi de rechercher comment se fait l'infection. Langmann, qui constate que les espèces aquatiques d'Ophidiens sont plus souvent infectées que les autres ([1]), suppose que ces serpents s'infectent en mangeant des grenouilles. Cette supposition paraît inadmissible; d'une part, les Hémogrégarines des Batraciens appartiennent à d'autres espèces que les Hémogrégarines des Ophidiens; d'autre part, il n'y a pas d'exemple d'une maladie due à des Protozoaires parasites du sang se transmettant par les voies digestives. Tous les faits connus sont favorables à une transmission par des ectoparasites se nourrissant de sang. On trouve, chez les Lézards et les Tortues, des Ixodes qui très probablement servent à la propagation des Hémogrégarines; il est probable que, chez les Ophidiens, il existe également des ectoparasites. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action interne du sulfate de cuivre dans la résistance de la pomme de terre au* Phytophthora infestans. Note de M. **Émile Laurent**.

« Tels qu'ils sont employés dans la pratique, les sels de cuivre agissent soit en tuant les spores des champignons parasites, soit en paralysant leur développement.

» On peut se demander si les matières antiseptiques ne peuvent pas être absorbées par les plantes parasitées elles-mêmes et exercer dans les sucs cellulaires une influence immunisante contre les ennemis cryptogamiques. Il faut pour cela que ces substances soient utilisées à des doses qui ne nuisent pas à la végétation et qu'elles puissent diffuser dans les tissus.

» Par leur sensibilité extrême à l'égard des sels de cuivre, les Péronosporacées étaient tout indiquées pour des essais de cette nature.

([1]) Billet avait déjà constaté que, au Tonkin, les Hémogrégarines se rencontrent principalement chez les Ophidiens qui vivent dans la boue des rizières (*Soc. de Biologie*, 19 janvier 1895).

» Une expérience commencée en mai 1901 sur la pomme de terre n'a pas fourni de résultats probants parce que cette année la maladie ne s'est pas montrée dans nos cultures. Répété en mai 1902, le même essai a donné lieu à des observations intéressantes.

» A 60^{kg} de terre de jardin on a mélangé 60^{g} de sulfate de cuivre dissous dans l'eau. Le tout a été réparti entre douze pots qui n'étaient remplis qu'à moitié afin de permettre de butter plus tard les tiges aériennes.

» Six ont reçu des tubercules de la variété Marjolin; dans les six autres on a planté la variété blanchard. Toutes les deux sont très sensibles à la maladie.

» Parmi les tubercules employés, la moitié provenait de cultures faites en 1901 dans une terre analogue additionnée de la même dose de sulfate de cuivre. Je me proposais d'examiner si la pomme de terre est susceptible de s'adapter aux sols cuprifères. Aucune observation ultérieure n'a confirmé cette supposition.

» A côté des douze pots contenant du sulfate de cuivre, il y en avait six, trois pour chaque variété étudiée, dans lesquels se trouvait la même terre, mais privée de ce sel.

» En juin, on a butté les tiges de pomme en remplissant les pots avec de la terre qui, sauf pour les témoins, avait été additionnée de 1 pour 1000 de sulfate de cuivre.

» Le développement des tiges dans les 18 pots n'a point présenté de différence que l'on puisse attribuer à l'action du sel de cuivre ou à l'origine différente des tubercules.

» Quand, vers la mi-août, la maladie a sévi dans nos environs, elle a attaqué avec la même intensité les feuillages de toute la série. Le 21 du même mois, on a récolté les tubercules, dont le développement était assez avancé chez la variété Marjolin. Plusieurs furent coupés en deux; sur chaque moitié on a déposé, la face inférieure tournée vers le bas, une foliole de pomme de terre atteinte par le *Phytophthora*. Les moitiés de tubercules ainsi traitées provenaient des pots avec cuivre et sans cuivre; toutes furent maintenues en chambre humide. Après 4 jours, l'infection n'avait respecté aucun des tubercules mis en expérience, mais elle était nettement plus accentuée chez ceux qui avaient été récoltés dans les pots privés de sulfate de cuivre.

» Les tubercules qui n'avaient pas été coupés ont été conservés dans des bocaux ouverts; il en restait dix de chaque catégorie. Deux seulement des cultures sans cuivre n'ont pas pourri à la suite de l'infection provoquée

par le *Phytophthora*. Par contre, il y en avait encore huit bien sains à la fin de novembre parmi les dix récoltés dans les pots avec sulfate de cuivre.

» Ce métal a été recherché par la méthode électrolytique dans les tubercules ainsi conservés. Ceux qui provenaient de la terre additionnée de cuivre en contenaient $\frac{1}{20000}$, tandis qu'on n'en a pas trouvé de traces dans les témoins.

» A la suite de ces résultats, on pourrait supposer que l'on puisse immuniser des tubercules de pomme de terre en les plongeant pendant un certain temps dans une solution de sulfate de cuivre. Un essai a été fait avec des tubercules de Marjolin cultivés en plein jardin, coupés en deux et immergés pendant 20 heures dans des solutions de ce sel à 2 et 5 pour 1000. On a ensuite lavé les sections à grande eau, puis on y a déposé des folioles atteintes de *Phytophthora*. Le parasite s'est développé aussi vigoureusement que sur des tubercules témoins. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Aug. Berthier soumet au jugement de l'Académie une Note intitulée : « Photographie électrolytique; nouveau procédé physique pour obtenir des images photographiques ».

(Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

Les héritiers de M. Chapoteaut demandent l'ouverture d'un pli cacheté déposé par M. *Chapoteaut* le 26 juin 1893, et dont le dépôt a été accepté. Ce pli, inscrit sous le n° 4924, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel.

Il contient une Note « Sur la préparation du gaïacol et du créosol purs au moyen de la créosote de hêtre », par MM. *Chapoteaut* et *Giraud* (Extrait) :

.... Les dérivés sodiques de ces phénols possèdent des solubilités très différentes dans la lessive de soude concentrée.

Ils sont d'autant moins solubles que la complexité de leur molécule est plus grande; ainsi, le phénate de sodium est très soluble, les dérivés sodiques de l'ortho- et du paracrésol le sont moins, surtout le dérivé para-; enfin, les composés sodiques du gaïacol et du créosol sont presque entièrement insolubles dans les mêmes conditions....

(Commissaires : MM. Gautier, Haller.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de MM. *Retzius* et *Fürst* ayant pour titre : « Beiträge zur Anthropologie der Schweden ».

2° Deux brochures de M. *Vandeuren* intitulées : « La stabilité des murs de barrage » et « Étude sur la tension du fil téléphonique ». (Présentées par M. Maurice Lévy.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Giacobini (d 1902), faites à l'Observatoire de Paris à l'équatorial de la tour de l'Ouest,* par MM. **G. Bigourdan** et **G. Fayet**; *et à l'équatorial de la tour de l'Est,* par M. **P. Salet**. Communiquées par M. Lœwy.

Dates. 1902.	Étoiles.	Temps sidéral de Paris.	☄ — ✱. ΔR.	☄ — ✱. ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
		h m s	m s	′ ″		
Déc. 4...	*a*	3.46. 8	−0. 6,10	−2.57,2	4:4	G.B.
4...	*a*	5. 3.27	−0. 7,00	−2.27,9	4:4	G.F.
4...	*a*	5.26.35	−0. 7,30	−2.17,2	12:4	P.S.
6...	*b*	4.26.18	+0. 4,42	−8.45,3	4:4	G.B.
6...	*b*	4.42.57	+0. 4,04	−8.38,4	4:4	G.F.

Positions des étoiles.

Dates. 1902.	Étoiles.	Gr.	Asc. droite moyenne 1902,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1902,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 4..	*a* 1677 BD — 1	9,2	7.17.15,12	+4,27	−1.41. 6,3	−12,6	2142 Nicolaïew.
6..	*b* 1673 BD — 1	9,2	7.16.27,8	+4,32	−1.17.42	−12,9	B.D.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1902.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Déc. 4....	10.54.55	7.17.13,29	$\bar{1},491_n$	− 1.44.16,1	0,828
4....	12.12. 1	7.17.12,39	$\bar{1},331_n$	− 1.43.46,8	0,830
4....	12.35. 5	7.17.12,09	$\bar{1},257_n$	− 1.43.36,1	0,831
6....	11.27. 6	7.16.36,5	$\bar{1},421_n$	− 1.26.41	0,829
6....	11.43.42	7.16.36,2	$\bar{1},384_n$	− 1.26.33	0,829

» Le 6 décembre la comète était une nébulosité de grandeur 13,2, diffuse, vaguement arrondie, et de 30″ de diamètre. Au centre se trouve une condensation demi-stellaire, demi-diffuse, un peu granuleuse et qui ressort légèrement (G. B.). »

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète Giacobini* (*2 déc.* 1902), calculés par M. G. Fayet. Note présentée par M. Lœwy.

« Ces éléments ont été calculés au moyen des observations faites à Paris, le 8 décembre, par M. Fayet, et à l'aide des observations des 3 et 5 décembre, faites à Nice, et que M. Perrotin a bien voulu nous communiquer.

» Voici les résultats obtenus :

$$T = 1903 \text{ mars } 13{,}98,$$

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 119^\circ.52'.40'' \\ \Omega &= 117.39.21 \\ i &= 43.53.\ 9 \end{aligned}\right\} \text{écliptique et équinoxe moyens de } 1902{,}0,$$

$$\log q = 0{,}45401.$$

$$\text{Représentation du lieu moyen : } O - C \left\{ \begin{aligned} \cos\beta\,\delta\lambda &= \quad 0'', \\ \delta\beta &= +3''. \end{aligned}\right.$$

» En outre, une quatrième observation, faite à Paris, le 4 décembre, par MM. Bigourdan et Fayet, a été représentée par les éléments précédents de la manière suivante :

$$O - C \left\{ \begin{aligned} \cos\beta\, d\lambda &= +7'', \\ d\beta &= -6'', \end{aligned}\right.$$

» Ces éléments sont naturellement très incertains, étant donné le petit arc embrassé par les observations.

» Si l'on excepte la comète 1729, la comète actuelle semble celle pour laquelle q (0,4540) est le plus grand. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les propriétés du plan au point de vue de l'*Analysis situs. Note de M. Combebiac, présentée par M. Poincaré.

« M. Klein a montré, dans ses *Vorlesungen über die nicht-euklidische Geometrie*, que, dans la Géométrie non euclidienne qui prend pour base l'expression riemannienne de la distance, deux hypothèses, en particulier, sont admissibles pour la convexité du plan, savoir :

» 1° Deux lignes droites ne peuvent avoir qu'un point commun, et alors

le plan est une surface doublement convexe et, en outre, est une surface *double;*

» 2° Deux lignes droites qui ont un point commun en ont toujours un second, et alors le plan est une surface à simple convexité.

» Mais il est évident que ces propriétés sont projectives et par suite indépendantes de toute idée de distance. On doit donc les rencontrer également, par exemple, dans la conception euclidienne.

» En effet, dans ce cas, si nous faisons mouvoir un point P sur une droite D, dans un même sens, lorsque ce point franchit le point à l'infini sur la droite, la droite OP, joignant ce point à un point fixe O extérieur à la droite, coïncide avec la parallèle MN mené à la droite D par le point O.

» La continuité exige que le segment OP, qui était compris entre le point O et la droite D, passe de l'autre côté de la parallèle MN, de sorte que ce segment reste infini, lorsque le point P continue son mouvement vers sa position verticale.

» Un point de OP passe ainsi d'un côté à l'autre de la droite D sans franchir cette droite, et, comme l'on peut supposer que ce point reste aussi voisin que l'on voudra de la droite, on doit conclure de là que le plan est une surface *double* et à plus juste raison doublement convexe.

» Comme l'idée de l'infini, tout comme l'idée parente de l'infiniment petit, ne constitue qu'un procédé d'analyse ne correspondant directement à aucune réalité géométrique, la conclusion doit être simplement que les deux conceptions envisagées s'accordent également avec les propriétés géométriques à distance finie.

» Dans la seconde de ces conceptions, les points à l'infini de l'espace, c'est-à-dire les points inaccessibles au moyen d'un déplacement euclidien, forment non plus un plan, mais une région à trois dimensions, dans laquelle tout point à distance finie a son correspondant par lequel passent toutes les droites passant par le premier. Les deux régions sont séparées par le plan de l'infini euclidien. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule sommatoire dans la théorie des fonctions à deux variables.* Note de M. MARTIN KRAUSE, présentée par M. Appell.

« I. Soit $f(x, y)$ une fonction entière algébrique

$$f(x, y) = \Sigma\Sigma a_{rs} x^r y^s, \qquad r + s \leq m. \tag{1}$$

» On peut donner à l'expression

(2) $F(x, y) = f(x-h, y-k) - f(x-h, y) - f(x, y-k) + f(x, y)$

la forme suivante :

$$(3) \qquad F(x, y) = \sum_{n=1}^{n=m} \frac{(-1)^n}{n!} \left[\left(h \frac{\partial f}{\partial x} + k \frac{\partial f}{\partial y} \right)^n - h^n \frac{\partial^n f}{\partial x^n} - k^n \frac{\partial^n f}{\partial y^n} \right].$$

» D'une façon analogue on peut développer les premiers, deuxièmes, etc. quotients différentiels d'après les puissances de h et k, d'où

$$(4) \begin{cases} \dfrac{\partial F}{\partial x} = \displaystyle\sum_{n=1}^{n=m-1} \frac{(-1)^n}{n!} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial f}{\partial x} + k \frac{\partial f}{\partial y} \right)^n - h^n \frac{\partial^{n+1} f}{\partial x^{n+1}} - k^n \frac{\partial^{n+1} f}{\partial x\, \partial y^n} \right], \\ \dfrac{\partial F}{\partial y} = \displaystyle\sum_{n=1}^{n=m-1} \frac{(-1)^n}{n!} \left[\frac{\partial}{\partial y} \left(h \frac{\partial f}{\partial x} + k \frac{\partial f}{\partial y} \right)^n - h^n \frac{\partial^{n+1} f}{\partial x^n\, \partial y} - k^n \frac{\partial^{n+1} f}{\partial y^{n+1}} \right], \\ \dfrac{\partial^2 F}{\partial x^2} = \displaystyle\sum_{n=1}^{n=m-2} \frac{(-1)^n}{n!} \left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(h \frac{\partial f}{\partial x} + k \frac{\partial f}{\partial y} \right)^n - h^n \frac{\partial^{n+2} f}{\partial x^{n+2}} - k^n \frac{\partial^{n+2} f}{\partial x^2\, \partial y^n} \right], \\ \dfrac{\partial^2 F}{\partial x\, \partial y} = \displaystyle\sum_{n=1}^{n=m-2} \frac{(-1)^n}{n!} \left[\frac{\partial^2}{\partial x\, \partial y} \left(h \frac{\partial f}{\partial x} + k \frac{\partial f}{\partial y} \right)^n - h^n \frac{\partial^{n+2} f}{\partial x^{n+1}\, \partial y} - k^n \frac{\partial^{n+2} f}{\partial x\, \partial y^{n+1}} \right], \\ \dfrac{\partial^2 F}{\partial y^2} = \displaystyle\sum_{n=1}^{n=m-2} \frac{(-1)^n}{n!} \left[\frac{\partial^2}{\partial y^2} \left(h \frac{\partial f}{\partial x} + k \frac{\partial f}{\partial y} \right)^n - h^n \frac{\partial^{n+2} f}{\partial x^n\, \partial y^2} - k^n \frac{\partial^{n+2} f}{\partial y^{n+2}} \right]. \end{cases}$$

» Définissons les nombres de Bernoulli par l'équation

$$\frac{z}{e^z - 1} = e^{bz},$$

puis multiplions les expressions (4) et, en général, l'expression de $\dfrac{\partial^\mu F}{\partial x^\mu\, \partial y^{\mu-\nu}}$, successivement par

$$1, \quad -b_1 h, \quad b_1 k, \quad \frac{1}{1.2} b_2 h^2, \quad \frac{1}{1.2} 2 b_1^2 hk, \quad \frac{1}{1.2} b_2 k^2, \quad \ldots,$$
$$\frac{(-1)^\mu}{\mu!} \mu_\nu b_\nu b_{\mu-\nu} h^\nu k^{\mu-\nu}, \quad \ldots,$$

et faisons la somme des produits obtenus. Alors, à droite, il subsistera le seul terme $hk \dfrac{\partial^2 f}{\partial x\, \partial y}$, et nous obtiendrons la formule

$$(5) \qquad hk \frac{\partial^2 f}{\partial x\, \partial y} = \sum_{n=0}^{n=m} \frac{(-1)^n}{n!} \left(hb \frac{\partial F}{\partial x} + kb' \frac{\partial F}{\partial y} \right)^{(n)},$$

dans laquelle il faudra développer l'expression

$$\left(hb\frac{\partial F}{\partial x} + kb'\frac{\partial F}{\partial y}\right)^{(n)},$$

d'après les règles ordinaires et, après cela, écrire, à la place des puissances et des produits de $\frac{\partial F}{\partial x}$ et $\frac{\partial F}{\partial y}$, les quotients différentiels correspondants, et, à la place de b^{ν} resp. b'^{ν_1}, les grandeurs b_{ν} resp. b_{ν_1}.

» Dans cette formule (5) nous écrirons, en place de x et de y, $x+rh$ et $y+sk$, et ferons r resp. s prendre successivement les valeurs $1, 2, \ldots, p$, resp. $1, 2, \ldots, q$. On additionnera toutes les formules correspondantes; alors on obtiendra à gauche la somme

$$hk\sum_{r=1}^{r=p}\sum_{s=1}^{s=q}\frac{\partial^2 f(x+rh, y+sk)}{\partial x\,\partial y}.$$

» Pour être à même de simplifier le côté droit, nous introduirons la fonction

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} F_1(x,y) = {} & f(x+ph, y+qk) - f(x+ph, y) \\ & - f(x, y+qk) + f(x,y), \end{aligned}\right.$$

et nous arriverons à la relation

$$(7)\qquad hk\sum_{r=1}^{r=p}\sum_{s=1}^{s=q}\frac{\partial^2 f(x+rh, y+sk)}{\partial x\,\partial y} = \sum_{n=0}^{n=m}\frac{(-1)^n}{n!}\left(hb\frac{\partial F_1}{\partial x} + kb'\frac{\partial F_1}{\partial y}\right)^{(n)}.$$

» En appliquant cette formule au cas spécial où $f(x,y)$ est égal à $(x+y)^{n+2}$, puis, donnant à x et y les valeurs spéciales $x = y = 0$, on obtient la somme que M. Appell traite, dans une Note qui paraîtra sous peu, dans l'*Archiv der Mathematik und Physik* et qui m'a amené à établir la formule (7).

» II. Comprend-on sous $f(x, y)$ une fonction quelconque, la somme

$$hk\sum\sum\frac{\partial^2 f(x+rh, y+sk)}{\partial x\,\partial y}$$

peut être poursuivie d'après la même méthode. Ce qui différencie, dans ce cas, les formules (3), (5), (7) des formules données jusqu'à présent, c'est qu'un reste s'y produit à droite. Dans l'équation (3), celui-ci a la

forme

$$\frac{(-1)^{m+1}}{m!}\int_0^1 (1-t)^m \left[\left(h\frac{\partial f(x-ht,y-kt)}{\partial x}+k\frac{\partial f(x-ht,y-kt)}{\partial y}\right)^{m+1} - h^{m+1}\frac{\partial^{m+1} f(x-ht,y)}{\partial x^{m+1}} - k^{m+1}\frac{\partial^{m+1} f(x,y-kt)}{\partial y^{m+1}}\right] dt.$$

» Pour simplifier le reste à droite dans l'équation (5), nous introduirons les fonctions

$$(8)\quad \begin{cases} \varphi\,(x,y,t) = \left[h\dfrac{\partial f(x-ht,y-kt)}{\partial x}(1-t+b)+k\dfrac{\partial f(x-ht,y-kt)}{\partial y}(1-t+b')\right]^{(m)}, \\ \varphi_1(x,y,t) = \left[h\dfrac{\partial f(x-ht,y)}{\partial x}(1-t+b)+kb'\dfrac{\partial f(x-ht,y)}{\partial y}\right]^{(m)}, \\ \varphi_2(x,y,t) = \left[hb\dfrac{\partial f(x,y-kt)}{\partial x}+k\dfrac{\partial f(x,y-kt)}{\partial y}(1-t+b')\right]^{(m)}. \end{cases}$$

» Le reste s'écrira alors :

$$\frac{(-1)^m}{m!}\int_0^1 \left(h\frac{\partial\varphi}{\partial x}+k\frac{\partial\varphi}{\partial y}-h\frac{\partial\varphi_1}{\partial x}-k\frac{\partial\varphi_2}{\partial y}\right)dt.$$

» Le reste de l'équation (7) sera facile à établir par simple addition. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur une chambre noire pour la photographie trichrome.* Note de M. Prieur, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil est une chambre du type connu sous le nom d'*appareil à main instantané,* et par conséquent très facilement transportable. Il est chargé de douze plaques, c'est-à-dire de quatre trios chromatiques; chaque plaque doublée de l'écran convenable est amenée au foyer de l'objectif dans le minimum de temps.

» Le problème à résoudre était celui-ci : *Trouver un mécanisme qui, à la fermeture de l'obturateur, amenât la chute concomitante de la plaque impressionnée et en même temps son remplacement au foyer de l'objectif par la plaque suivante,* et ainsi de suite.

» L'adaptation à la chambre noire d'un mouvement d'horlogerie qui commande ces diverses opérations a permis de trancher la difficulté. La pression d'une poire pneumatique déclenche ce mouvement d'horlogerie qui détermine la chute de chaque plaque et l'avancée de la suivante. Ces mouvements s'accomplissent sans déplacement de l'appareil. Par une belle

journée de juillet, de 11^h à 3^h de l'après-midi, l'exécution de chaque trio chromatique n'a demandé que 2 secondes. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les électrodes bipolaires à anode soluble.* Note de MM. **André Brochet** et **C.-L. Barillet**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 854) nous avons indiqué comment se comporte une électrode bipolaire à anode insoluble placée dans un électrolyseur à sulfate de cuivre. Voyons maintenant quelle est l'action d'une électrode bipolaire en cuivre placée dans le même appareil.

» *A priori*, il est à présumer, en supposant, d'une part, que le cuivre n'a pas d'action spéciale, d'autre part, que le flux de courant est uniforme, c'est-à-dire que l'anode et la cathode ont la même surface que la section de l'électrolyseur, que le rapport du poids du cuivre déposé sur l'intercathode au poids du cuivre déposé sur la cathode doit être égal au rapport de la surface de l'interélectrode à la section de l'électrolyseur.

» En réalité, les chiffres obtenus sont beaucoup plus faibles.

» Dans un tel système, le poids du cuivre déposé sur l'intercathode étant sensiblement égal au poids de métal dissous à l'interanode, l'électrode bipolaire ne change pas de poids et il n'est pas possible, par pesée directe, de savoir ce qui s'est passé.

» Nous avons tourné la difficulté en constituant notre bipolaire par deux lames de cuivre de 10^{cm} de côté, réunies dos à dos par des bagues de caoutchouc. La cuve employée avait $13^{cm},5$ de côté. La hauteur du liquide était également de $13^{cm},5$.

» En supposant le flux de courant régulier, le cuivre déposé sur l'intercathode aurait dû être égal à $\frac{10^2}{13,5^2}$, soit 55 pour 100 du cuivre déposé sur la cathode.

» Les résultats que nous avons obtenus, pendant 1 heure, avec des électrodes distantes de deux fois 3^{cm}, sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

Intensité corrigée.	Cuivre déposé sur la cathode (A).	Cuivre déposé sur l'intercathode (B).	Rapport $\frac{B}{A}$.
amp	g	g	
0,21........	0,248	0,025	10,1 pour 100
0,47........	0,555	0,132	23,8 »

Intensité corrigée.	Cuivre déposé sur la cathode (A).	l'intercathode (B).	Rapport $\frac{B}{A}$.
amp	g	g	
1,12........	1,322	0,427	32,3 pour 100
1,34........	1,582	0,530	33,5 »
1,85........	2,181	0,817	37,4 »
2,80........	3,309	1,499	45,4 »

» Les électrodes bipolaires de cuivre, comme celles de platine, tendent donc à s'opposer au passage du courant et déforment le flux dans un électrolyseur à sulfate de cuivre.

» Sans chercher pour le moment la cause exacte du phénomène, nous sommes naturellement conduits à admettre l'existence d'une résistance apparente due à un phénomène de polarisation.

» Un autre fait vient d'ailleurs confirmer cette manière de voir. Si l'on examine l'interélectrode et l'intercathode, on remarque que le bord des lames n'agit pas du tout, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de dépôt sur l'intercathode et que l'intéranode ne se dissout pas. On obtient ainsi une marge variable avec l'intensité du courant. Dans les conditions précédentes, avec une intensité de $0^{amp},1$, cette marge est de 1^{cm} environ.

» On est donc en droit d'admettre qu'il y a là une force contre-électromotrice de polarisation. D'ailleurs lorsque l'on coupe le circuit d'un voltamètre à cuivre, on constate entre les deux électrodes une légère différence de potentiel due à une force contre-électromotrice de polarisation, donnant naissance à un courant secondaire, inverse du courant primaire.

» Récemment, M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 23) a établi qu'un fil d'argent placé dans un voltamètre à argent ne subissait aucune action et attribuait ce fait à une force contre-électromotrice de $0^{volt},03$. Dans le cas du voltamètre cuivre-sulfate de cuivre, cette force électromotrice de polarisation est de l'ordre des millivolts.

» Cette force peut suffire pour expliquer qu'il ne passe rien au travers d'une électrode isolée occupant une portion très minime de l'électrolyseur, elle devient insuffisante pour expliquer des faits de l'ordre de grandeur de ceux que nous signalons.

» Pour étudier ce phénomène, considérons une électrode bipolaire parfaite, c'est-à-dire séparant la cuve électrolytique en deux parties, sans aucune communication par l'électrolyte, et considérons, d'autre part, un système anode-cathode bien fixe.

» Ce système étant placé dans la cuve, nous mesurons la différence de potentiel correspondant à une intensité donnée ; le même système étant placé dans une cuve exactement semblable mais sans électrode bipolaire, donnera pour la même intensité une nouvelle valeur plus faible. La différence entre les deux correspond à la chute de potentiel occasionnée par l'électrode bipolaire.

» On obtient ainsi une série de valeurs, variables avec l'intensité.

» Les phénomènes de polarisation qui se produisent au contact d'une électrode bipolaire parfaite sont évidemment les mêmes que ceux qui se passent pour l'ensemble des deux électrodes, anode et cathode, placées dans les mêmes conditions. La méthode

que nous avons indiquée précédemment permet donc de mesurer ces phénomènes aussi bien dans le cas d'anode insoluble que d'anode soluble.

» Poggendorf, Lechner, Lenz, etc., remarquèrent aux électrodes un phénomène analogue et lui donnèrent le nom de *résistance de passage*. Rappelons également qu'en 1887 M. Bary signala dans les piles une action de même nature, mais agissant alors comme force pour-électromotrice.

» Ce que nous tenons à faire remarquer, c'est l'importance de ce phénomène dans le cas d'anodes solubles, puisque les valeurs que nous avons trouvées atteignent, pour les conditions ordinaires de la pratique, 10 pour 100 de la différence de potentiel aux bornes.

» De l'ensemble de nos recherches sur les électrodes bipolaires, nous nous avons tiré les conclusions suivantes :

» 1° Les électrodes bipolaires à anode soluble, à la question d'intensité près, déforment le flux de courant de la même façon que celles à anode soluble, en vertu de phénomènes importants de polarisation.

» 2° La bonne utilisation des électrodes bipolaires exige que celles-ci forment cloison étanche, les espaces réservés à la circulation du liquide devant être aussi restreints que possible pour éviter les pertes par dérivation, considérables même avec les anodes solubles.

» 3° Si l'appareil nécessite une agitation énergique que l'on ne peut obtenir qu'en faisant circuler l'électrolyte transversalement entre les électrodes dans tous les compartiments à la fois, les électrodes devront être enchâssées dans des cadres de grandes dimensions pour que leur utilisation soit rationnelle.

» 4° Dans un électrolyseur on pourra employer des pièces métalliques ne communiquant pas avec les électrodes, non seulement si le métal agit comme anode insoluble, mais également s'il agit comme anode insoluble. Aucune règle précise ne peut être donnée à ce sujet; l'essai seul fixera. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure thallique*. Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus* du 3 mars 1902, j'ai décrit d'une façon générale les composés halogénés du thallium du type TlX^3. J'ai montré, entre autres, la formation facile des composés correspondant aux formules

$$TlCl^3, 4H^2O, \quad TlCl^2Br, 4H^2O, \quad TlClBr^2, 4H^2O \quad \text{et} \quad TlBr^3, 4H^2O,$$

composés qui sont tous caractérisés par la facilité avec laquelle ils peuvent se combiner avec 1^{mol} d'hydracide. Si les deux termes extrêmes de la série représentent, sans contestation aucune, des individualités chimiques bien nettes, il n'en est plus de même des composés intermédiaires qu'on pourrait envisager, comme des mélanges de chlorure et de bromure :

$$3\,TlCl^2Br,\ 4H^2O = 2\,TlCl^3,\ 4H^2O + TlBr^3,\ 4H^2O,$$
$$3\,TlCl\,Br^2,\ 4H^2O = 2\,TlBr^3,\ 4H^2O + TlCl^3,\ 4H^2O.$$

» L'étude du trichlorure qui fait l'objet de cette Note m'a permis de décider entre les deux interprétations.

» *Propriétés du trichlorure* $TlCl^3, 4H^2O$. — Le trichlorure de thallium, tel qu'on l'obtient en refroidissant ses solutions concentrées, se présente en longues aiguilles transparentes. Lorsqu'on les écrase, elles donnent une poudre blanche qui fond facilement en la projetant sur le bloc de Maquenne chauffé à 36°-37°. Ce point de fusion est différent du reste de celui donné par R. Meyer ([1]). Ce savant a donné successivement comme point de fusion 45° et 43°, comme point de solidification 33°.

» Abandonné au contact de l'air, le chlorure thallique est hygrométrique, d'après R. Meyer, et inaltérable d'après Cushmann ([2]). En réalité, il se comporte comme un hydrate facilement dissociable à la façon du phosphate de soude et qui, suivant l'état hygrométrique de l'air, absorbe ou non de la vapeur d'eau. Il n'est déliquescent, aux environs de 17°, que lorsque l'état hygrométrique de l'air est supérieur à $\frac{63}{100}$, ce qui correspond à une tension de dissociation très voisine de 23^{mm} de mercure.

» A 17°, la solubilité dans l'eau est de 86,2 pour 100, et la solution saturée à cette même température a une densité de 1,85.

» Si, au lieu de laisser le chlorure thallique au contact de l'air humide, on l'abandonne dans une atmosphère desséchée, on observe un phénomène intéressant. Le chlorure subit une sorte de fusion aqueuse, puis peu à peu dans la masse liquide se séparent à nouveau de gros cristaux formés d'hexagones réguliers. L'expérience peut être faite facilement en abandonnant côte à côte dans un tube de verre scellé à la lampe deux nacelles renfermant, l'une un poids déterminé de soude caustique, l'autre un poids déterminé de chlorure tétrahydraté. Dans de telles conditions, j'ai trouvé qu'après 17 semaines *le chlorure thallique avait perdu la majeure partie de son eau sans qu'il soit possible de déceler la plus petite perte en chlore :*

» $0^g,595$ de $TlCl^3, 4H^2O$ ont perdu 104^{mg}, soit 17,47 pour 100 d'eau. La transformation de $TlCl^3, 4H^2O$ en $TlCl^3, H^2O$ correspond à une perte de 14,09 pour 100; la transformation en sel anhydre à 18,82 pour 100.

» Que cette transformation en sel anhydre soit possible, cela ne peut être mis en doute. Si, dans l'expérience que je viens de mentionner, la perte en eau est trop faible,

---

([1]) *Zeit. anorg. Ch.*, t. XXIV, 1900, p. 321, et t. XXXII, 1902, p. 72.
([2]) *Amer. ch. Journal*, t. XXVI, 1901, p. 505.

la raison en est bien simple : après fusion, le chlorure commence à se solidifier à la surface, et la croûte qui prend naissance forme un véritable écran qui isole plus ou moins complètement la couche liquide sous-jacente du milieu extérieur desséchant.

» En opérant dans le vide, la déshydratation est rendue plus rapide. On observe d'ailleurs les mêmes phénomènes, mais la solidification du chlorure liquéfié se fait ici moins lentement; au lieu de fournir de gros cristaux hexagonaux, la liqueur se prend en une masse de petites lamelles d'apparence hexagonale qui finit bientôt par se dessécher complètement. On peut du reste vérifier facilement que, *même dans le vide fourni par une trompe à mercure, la déshydratation se fait totalement sans perte de chlore.*

Trouvé : Perte en eau... 18,66 pour 100. Calculé : 18,82 pour 100.

» D'autre part l'analyse directe du chlorure thallique a fourni :

Cl...... 34,08 Calculé : 34,29

» *Propriétés du chlorure thallique anhydre.* — Lamelles hexagonales facilement solubles dans l'eau et la plupart des solvants usuels. A l'air humide, *il se liquéfie rapidement en donnant une solution sursaturée de chlorure hydraté,* solution qui, sous la moindre influence, se prend immédiatement en masse. La transformation en chlorure hydraté est parfois si rapide qu'il est souvent impossible d'observer la liquéfaction. Soumis à l'action de la chaleur, le chlorure anhydre fond au voisinage de 25°. A température plus élevée il se décompose facilement.

» La déshydratation totale du chlorure hydraté à $4H^2O$ dans une atmosphère desséchée aussi bien à pression ordinaire que sous pression réduite ne permet pas de considérer les deux chlorobromures $TlCl^2Br, 4H^2O$ et $TlClBr^2, 4H^2O$ comme des mélanges, de tels mélanges devant, dans le vide, entre autres, se comporter comme il suit :

$$\underbrace{2TlCl^3, 4H^2O + TBr^3, 4H^2O}_{TlCl^2Br, 4H^2O} = \underbrace{2TlCl^3 + TlBr^2}_{Tl^3Cl^6Br^2} + Br + 12H^2O,$$

$$\underbrace{2TlBr^3, 4H^2O + TlCl^3, 4H^2O}_{TlClBr^2, 4H^2O} = \underbrace{2TlBr^2 + TlCl^3}_{Tl^3Br^4Cl^3} + 2Br + 12H^2O.$$

» Or, j'ai montré précédemment que le chlorobromure $TlClBr^2, 4H^2O$ perd, dans le vide, en même temps du brome et du chlore pour donner $Tl^3Cl^2Br^4$. D'autre part le chlorobromure $TlCl^2Br, 4H^2O$ se comporte d'une façon analogue et conduit à un autre chlorobromure, $Tl^3Cl^4Br^2$, déjà signalé par Wiegand [1].

» Si l'on compare les résultats de cette Note avec les travaux publiés récemment par M. R. Meyer [2], on en pourra conclure dès maintenant que deux points paraissent acquis indubitablement à la Science.

---

[1] *Inaugural dissertation;* Berlin, 1899.

[2] *Zeit. anorg. Chem.,* 1902, t. XXXII, p. 72.

» 1° L'existence du trichlorure de thallium anhydre;

» 2° L'existence de chlorobromures thalliques caractérisés par ce fait qu'ils perdent dans le vide en même temps du chlore et du brome. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le métaphosphate manganique violet de Gmelin.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. H. Moissan.

« Gmelin (¹) étudiant l'action de l'acide phosphorique concentré et fortement chauffé, sur le bioxyde de manganèse, signale la formation de deux phosphates manganiques : l'un soluble dans l'eau avec une belle coloration violette, analogue à celle du permanganate de potassium, l'autre insoluble, couleur fleur de pêcher, sans en donner l'analyse; il considère ce dernier comme un métaphosphate manganique.

» D'après Herrmann (²) la dissolution violette mentionnée ci-dessus contient un métaphosphate manganique hydraté répondant à la formule

$$(PO^3)^6 Mn^2 + 2H^2O.$$

M. Laspeyre (³), reprenant l'expérience de Gmelin, obtint une masse sirupeuse violet foncé, soluble dans l'eau avec une coloration rouge rubis; la solution se décolore lorsqu'on la chauffe, en laissant déposer une poudre cristalline gris verdâtre insoluble. Il ne paraît pas avoir observé la formation du phosphate rose violacé insoluble de Gmelin.

» C'est une nouvelle étude de cette réaction qui fait l'objet de cette Note.

» J'ai réalisé très aisément la production du phosphate de Gmelin en chauffant dans une capsule en platine une partie de bioxyde de manganèse précipité avec 4,5 parties d'une solution d'acide phosphorique de densité 1,70. On agite constamment jusqu'à ce que la masse devienne presque sèche et prenne la couleur violette; on laisse refroidir et l'on ajoute deux parties d'acide phosphorique. On continue à chauffer; l'opération est terminée lorsque la masse pâteuse a pris la couleur fleur de pêcher.

» On traite par l'eau froide le produit de la réaction et l'on obtient, comme l'indique Gmelin, une dissolution violette et une poudre rose violacé insoluble que l'on achève de purifier par des lavages prolongés à l'eau distillée froide.

» En ce qui concerne *la dissolution violette*, j'ai vérifié les observations de H. Laspeyre, c'est-à-dire que j'ai constaté que cette dissolution prend, après quelques

(¹) Gmelin, *Handb. der Chem.*, 4ᵉ édition, t. II, p. 645.

(²) Herrmann, *Ann. der Chem. u. Pharm.*, t. LXXIV, p. 303.

(³) Laspeyre, *Journ. prakt. Chem.*, 2ᵉ série, t. XV, p. 320.

jours, une coloration rubis et que, sous l'influence de l'ébullition, elle se décolore, en laissant déposer une poudre gris verdâtre.

» J'ai laissé provisoirement de côté l'examen de cette dernière substance pour étudier de préférence *le corps rose violacé de Gmelin*.

» Le dosage du phosphore et du manganèse dans ce sel m'a donné les résultats suivants :

P pour 100	31,6	31,7
Mn pour 100	18,9	18,6

Ces chiffres conduisent à la formule $(P^2O^6)^3Mn^2$ qui exige :

P pour 100	31,8
Mn pour 100	18,8

» Cette combinaison est donc bien un métaphosphate ainsi que le prévoyait Gmelin, mais ce métaphosphate ne saurait être confondu avec le métaphosphate hydraté en cristaux rouges signalé par Herrmann : on doit le considérer comme un hexamétaphosphate manganique.

» Il se présente sous la forme d'une poudre couleur fleur de pêcher, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore; les dissolutions alcalines le détruisent en mettant en liberté du sesquioxyde de manganèse.

» Chauffé au rouge dans un creuset de platine, il perd sa couleur et se transforme en métaphosphate manganeux; fondu en présence de phosphate diammonique, il se dissout entièrement et donne une masse d'une belle couleur violette soluble dans l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés d'addition du cyclohexène.* Note de M. **Léon Brunel**, présentée par M. A. Haller.

» En partant du cyclohexène, obtenu du monochlorocyclohexane comme l'a indiqué Markownikoff (1), j'ai préparé plusieurs dérivés nouveaux : l'éther monoiodhydrique d'un glycol hydroaromatique, l'orthocyclohexanediol, les éthers méthylique et éthylique de cette iodhydrine et l'orthochloroiodocyclohexane.

» I. *Iodhydrine de l'orthocyclohexanediol* : $I_{(1)} - C^6H^{10} - OH_{(2)}$. — Celui de ces composés qui m'a servi de point de départ a été obtenu par une méthode employée par Lippmann (2) pour fixer les éléments de l'acide hypoiodeux sur l'amylène.

» Lorsque, à 2^{mol} de cyclohexène dissous dans l'éther ou le chloroforme, en présence de 1^{mol} d'eau et de 1^{mol} d'oxyde jaune de mercure, on ajoute peu à peu et en agitant de l'iode, celui-ci disparaît aussitôt. Quand on a employé 4^{at} d'halogène la liqueur ne se

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCCII, p. 27.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 968.

décolore plus après une nouvelle addition ; un excès d'oxyde jaune ne modifie pas la réaction. Celle-ci donne naissance à l'iodhydrine de l'orthocyclohexanediol qu'on prépare dès lors de la façon suivante : 40^g de cyclohexène sont dissous dans 150^{cm^3} d'éther exempt d'alcool, on ajoute 7^g à 8^g d'eau et 55^g d'oxyde jaune de mercure, puis, par petites portions, 124^g d'iode, en agitant après chaque addition d'halogène. La réaction développe de la chaleur et il est nécessaire de refroidir. On filtre à la trompe après décoloration de la liqueur et le biiodure séparé est lavé à l'éther. La dissolution éthérée est agitée avec une solution concentrée d'iodure de potassium contenant une petite quantité de sulfite acide de sodium pour enlever l'iodure mercurique et les traces d'iode qui restent. Le liquide est séché sur le sulfate de sodium anhydre; le chlorure de calcium fondu, décomposant le produit, ne doit pas être employé. Le dissolvant étant retiré par distillation, il reste dans le ballon une matière huileuse. Celle-ci cristallise après refroidissement, par agitation ou amorçage. Les cristaux, séparés par essorage d'une petite quantité de liquide huileux qui les imprègne, sont purifiés par cristallisation dans la benzine ou l'éther anhydre.

» La réaction qui donne naissance à ce corps semble être la suivante :

$$2C^6H^{10} + HgO + I^4 + H^2O = 2(I - C^6H^{10} - OH) + HgI^2.$$

» Les analyses concordent avec la formule $OH - C^6H^{10} - I$, c'est-à-dire la composition de l'éther monoiodhydrique d'un orthocyclohexanediol. D'ailleurs, les réactions de ce corps, sur lesquelles je reviendrai, établissent nettement sa nature.

» Cette iodhydrine cristallise en gros prismes orthorhombiques, incolores, inaltérables à la lumière et très stables à la température ordinaire; elle est insoluble dans l'eau, très soluble dans la plupart des solvants organiques; elle fond à 41°,5-42° et se sublime dans le vide dès la température ordinaire. Elle se décompose lorsqu'on la chauffe au-dessus de 100° et est entraînée par la vapeur d'eau avec légère décomposition.

» II. *Éthers oxydes de l'iodhydrine.* — Lorsque, dans la réaction précédente, au lieu de se servir d'éther comme solvant, on emploie un alcool tel que l'alcool méthylique ou l'alcool éthylique, le produit obtenu est différent du précédent.

» On opère comme il a été dit ci-dessus, et la liqueur alcoolique résultant de la réaction est versée dans une solution d'iodure de potassium additionnée d'une trace de sulfite pour éliminer le biiodure de mercure. Le produit réuni au fond du vase est séparé et desséché sur le sulfate de sodium anhydre.

» Dans ce cas, c'est-à-dire en présence d'un alcool, la réaction se passe comme si le carbure fixait les éléments de l'éther hypoiodeux de l'alcool employé. Par exemple, avec l'alcool méthylique, la réaction serait la suivante :

$$2C^6H^{10} + 2CH^3OH + I^4 + HgO = 2[CH^3O - C^6H^{10} - I] + HgI^2 + H^2O.$$

» *Éther oxyde méthylique* : $I_{(1)} - C^6H^{10} - OCH^3_{(2)}$. — On obtient ainsi, avec l'alcool méthylique, l'éther oxyde méthylique de la monoiodhydrine de l'orthocyclohexanediol. Il constitue un liquide huileux, mobile, à peu près incolore, de densité 1,565 à 14°, très stable à la température ordinaire, ne se colorant pas à la lumière. Il ne peut être distillé à la pression normale sans décomposition; sous pression réduite, il bout inaltéré à 114° sous 49^{mm}.

» *Éther oxyde éthylique* : $I_{(1)}-C^6H^{10}-OC^2H^5_{(2)}$. — En opérant de même avec une solution de cyclohexène dans l'alcool éthylique, on obtient l'éther oxyde éthylique de l'iodhydrine du cyclohexanediol. C'est un liquide huileux, incolore, de densité 1,484 à 15°, ne se colorant pas à la lumière, bouillant à 118° sous 47^{mm} sans décomposition.

» III. *Orthochloroiodocyclohexane* : $I_{(1)}C^6H^{10}Cl_{(2)}$. — Toutes les réactions précédentes ont été effectuées avec l'oxyde jaune de mercure. Si l'on remplace dans la préparation de l'iodhydrine l'oxyde de mercure par le bichlorure, la réaction s'opère dans un sens différent et l'on obtient un dérivé chloré et iodé.

» 2^{mol} de cyclohexène étant dissoutes dans l'éther, on ajoute 1^{mol} de bichlorure de mercure puis, en agitant et par petites portions, 4^{at} d'iode, la préparation étant d'ailleurs conduite comme celle de l'iodhydrine. Le produit brut reste comme résidu après séparation de l'éther. On le purifie par distillation sous pression réduite. Le composé obtenu est l'orthochloroiodocyclohexane. Dans la réaction qui lui donne naissance il y a fixation d'une molécule de protochlorure d'iode sur chaque molécule de carbure. La réaction peut être formulée :

$$2C^6H^{10} + HgCl^2 + I^4 = 2[Cl - C^6H^{10} - I] + HgI^2.$$

» La présence d'une petite quantité d'eau ne change pas le résultat. Le même corps peut d'ailleurs être obtenu par action directe du protochlorure d'iode sur le cyclohexène.

» Pour préparer le chloroiodocyclohexane 1.2 par ce procédé, 41^g de cyclohexène sont dissous dans 100^{cm^3} d'acide acétique cristallisable. On ajoute à cette solution, par petites portions, $81^g,5$ de protochlorure d'iode dissous dans 200^{cm^3} d'acide acétique. La réaction se fait avec dégagement de chaleur, et il est nécessaire de refroidir. La liqueur résultant de la réaction est versée dans un grand excès d'eau contenant une trace de bisulfite. Le composé réuni au fond du vase est séparé et desséché.

» Quel que soit son mode d'obtention, le corps obtenu est un liquide huileux, presque incolore, d'odeur camphrée, soluble dans l'éther et dans l'alcool, de densité 1,7608 à 14°, très rapidement entraînable à la vapeur d'eau, avec légère décomposition. Il ne peut être distillé à la pression ordinaire, mais bout sans décomposition à 117° 118° sous 14^{mm}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dichlorhydrate et un dibromhydrate de cadinène, et un cadinène régénéré dextrogyres.* Note de M. **Émilien Grimal**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie ([1]), j'ai montré que l'essence de bois de Cèdre de l'Atlas,

([1]) *Comptes rendus*, séance du 13 octobre 1902.

retirée du *Cedrus atlantica*, renfermait du cadinène, fournissant un dichlorhydrate et un dibromhydrate cristallisés.

» Comme, jusqu'ici, les dérivés halogénés du cadinène, droit ou gauche, ainsi que le cadinène régénéré, n'étaient connus que sous la seule forme lévogyre, la présente Note a pour but de faire connaître nos résultats sur ce sujet.

» De cette essence de Cèdre, j'ai pu extraire directement par distillation, grâce à de très nombreux fractionnements, un cadinène dextrogyre dont les caractères sont les suivants :

Poids spécifique à 15°	d	= 0,9224
Indice de réfraction à 20°	n_D	= 1,5107
Pouvoir rotatoire spécifique à 20°	$[\alpha]_D$	= +48° 7′

» Point d'ébullition, 273° à 275°, à la pression ordinaire.

» Poids moléculaire en solution benzénique, 202,8; calculé pour $C^{15}H^{24}$, 204.

» L'analyse donne :

		Calculé pour $C^{15}H^{24}$.
Carbone	87,95	88,24
Hydrogène	11,62	11,76

» Ces caractères et ces résultats analytiques correspondent bien à un cadinène droit.

» Ce dernier, en solution dans l'éther bien desséché, sous l'influence d'un courant très lent d'acide chlorhydrique pur et sec, donne des cristaux de dichlorhydrate, ainsi qu'il a été indiqué.

» Ces cristaux, purifiés par plusieurs cristallisations dans l'éther acétique chaud, présentent les constantes suivantes :

Point de fusion.....	117°-118°	Poids moléculaire	275,8

» Ils sont identiques, par là, au dichlorhydrate de cadinène de Wallach. Cependant, ils en diffèrent par leur pouvoir rotatoire.

» Trois déterminations, en solution chloroformique, ont donné :

	I.	II.	III.
$[\alpha]_D^{20}$	+8° 54′	+8° 51′	+8° 59′

» Ce dichlorhydrate de cadinène, contrairement à tous ceux qui ont été obtenus jusqu'ici, est donc dextrogyre.

» Plusieurs déterminations, en solution dans l'éther acétique, ont donné, en moyenne :

$$[\alpha]_D^{20} = + 25°, 40'.$$

» Pour cette raison, j'ai cherché à régénérer le cadinène.

» A cet effet, le *d*-dichlorhydrate précédent a été chauffé pendant une demi-heure avec un mélange d'acétate de sodium fondu et d'acide acétique glacial; après refroi-

dissement, la masse a été additionnée d'eau, sur laquelle est venue surnager une couche huileuse; celle-ci, décantée, a été alors dissoute dans l'éther. Après addition de carbonate de soude pour la saturation de l'acide acétique, la solution éthérée a été desséchée sur du sulfate de soude anhydre. Par évaporation spontanée de l'éther il reste un liquide qui distille entre 272° et 274°, sous la pression ordinaire.

» Par une deuxième distillation, a été obtenu un cadinène régénéré droit dont les propriétés suivent :

Poids spécifique à 15°...........	$d = 0{,}9212$
Indice de réfraction à 20°.......	$n_D = 1{,}5094$

» Point d'ébullition, 274°-275° (à la pression ordinaire).

» Pouvoir rotatoire spécifique à 20° $[\alpha]_D^{20} = +47°55'$.

» Les propriétés de ce corps sont, en général, assez voisines de celles du cadinène régénéré gauche de Wallach, sauf en ce qui concerne le pouvoir rotatoire.

» *En résumé*, j'ai isolé le *d*-dichlorhydrate de *d*-cadinène, le *d*-dibromhydrate de *d*-cadinène et le *d*-cadinène régénéré inconnus jusqu'à ce jour. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'essence de vétyver.* Note de MM. **P. Genvresse** et **G. Langlois**.

« Malgré le travail intéressant et consciencieux de M. Theulier (*Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 454), on ne connaissait encore rien sur les constituants de l'essence de vétyver, lorsque nous avons entrepris ce travail; nous pensons avoir résolu en partie la question.

» Nous avons opéré sur l'essence de Bourbon qui nous a été fournie par M. Roure Bertrand fils, et sur une essence distillée à Grasse par MM. Tombarel.

» Nous avons rencontré les mêmes substances dans les deux essences, mais en proportions différentes, l'essence de Bourbon contenant plus de sesquiterpène que celle de Grasse.

» L'essence de Bourbon avait une densité de 0,993 à 20°, et un pouvoir rotatoire de + 23°43′ en solution alcoolique; celle de Grasse une densité de 1,012 à 20°, et un pouvoir rotatoire de + 27°9′ à la même température.

» L'essence de Bourbon était neutre aux réactifs; celle de Grasse, acide.

» Voici la marche qui nous a donné les meilleurs résultats : Nous entraînons l'essence par la vapeur d'eau. L'entraînement est très lent.

Il passe d'abord une substance moins dense que l'eau, que nous mettons à part, et une plus dense. Nous entraînons ainsi à peu près le tiers du liquide. Ce qui reste dans le ballon n'a plus d'odeur; nous y reviendrons.

» *Vétyvène* $C^{15}H^{24}$. — Ce qui est plus léger que l'eau est un mélange de sesquiterpène, d'un alcool sesquiterpénique et de son éther, le sesquiterpène dominant de beaucoup. Nous isolons ce dernier par la distillation fractionnée; il passe d'abord, et nous le purifions en le distillant trois fois sur du sodium; les résultats de sa combustion concordent avec la formule $C^{15}H^{24}$. La détermination de son poids moléculaire par la méthode de Raoult en solution acétique nous a donné le nombre 197; la théorie pour $C^{15}H^{24}$ exigerait 204; nous sommes donc en présence d'un sesquiterpène; nous l'avons nommé *vétyvène*.

» Ce corps est un liquide mobile incolore, n'ayant sensiblement aucune odeur; sa densité à 20° est de 0,932, et son pouvoir rotatoire à 15° de $+18°19'$. Il bout à 135° sous une pression de 15^{mm} et à 262°-263° sous une pression de 740^{mm}.

» Il absorbe 4^{at} de brome, sans dégager d'acide bromhydrique; dès les premières gouttes de brome, le liquide se colore en bleu.

» Nous avons essayé en vain de l'identifier avec un des sesquiterpènes connus; l'hydratation nous a donné un liquide plus lourd que l'eau, paraissant ressembler à l'alcool sesquiterpénique dont nous allons parler.

» *Vétyvénol :* $C^{15}H^{26}O$. — Ce corps s'obtient en saponifiant par la potasse alcoolique le liquide entraîné plus lourd que l'eau. Nous en avons fait plusieurs analyses qui correspondent toutes à la formule $C^{15}H^{26}O$.

» Il se présente sous la forme d'un liquide jaune très clair, visqueux, n'ayant aucune odeur; sa densité à 20° est 1,011; son pouvoir rotatoire en solution alcoolique et à la même température est $+53°43'$. Il bout à 169°-170° sous une pression de 15^{mm}.

» Ce corps est un alcool; en effet, traité par l'anhydride acétique en présence de l'acétate de sodium fondu, il nous a donné, quoique un peu impur, un éther acétique. Sous l'influence des déshydratants, il perd de l'eau et donne un sesquiterpène qui nous a présenté les caractères du sesquiterpène contenu dans l'essence; il ne faut pas employer l'anhydride phosphorique qui donne surtout des résines, mais bien l'acide oxalique desséché à 100°.

» *Ce qui reste dans le ballon* est un mélange de l'alcool précédent et d'un acide; il n'a aucune odeur.

» Nous retrouvons ce même acide dans la potasse alcoolique qui nous a servi à saponifier le vétyver entraîné par l'eau et plus lourd que cette dernière.

» L'acide n'a pu être obtenu à l'état cristallisé; il est blanc, visqueux, brunissant à l'air, très peu soluble dans l'eau, à laquelle il communique la réaction acide, très peu entraînable par l'eau; son sel de potasse est soluble; son sel d'argent l'est peu. L'analyse du sel d'argent nous a conduits à la formule $C^{15}H^{22}O^{4}Ag^{2}$; mais nous ne la donnons que *sous toutes réserves,* n'ayant point obtenu avec cet acide de composé cristallisé; nous pourrions aussi avoir affaire à un mélange d'acides.

» Quant à la substance qui communique à l'essence de vétyver son odeur particu-

lière, il résulte de ce qui précède que c'est un éther résultant de la combinaison de l'acide précédent avec le vétyvénol; il existe en petite quantité dans l'essence, au plus un dixième, et il se saponifie très facilement, même par l'eau, comme le démontre le résidu du ballon où a eu lieu l'entraînement.

» *Conclusion*. — Il résulte de ce travail que l'essence de vétyver contient, outre l'éther qui lui donne son odeur, un sesquiterpène et un alcool sesquiterpénique. »

ZOOLOGIE. — *Sur la mue, l'excrétion et la variation du rein chez des Poules carnivores de seconde génération.* Note de M. **Frédéric Houssay.**

« Les Poules dont je viens de terminer l'étude anatomique ont été exclusivement nourries depuis leur naissance avec des déchets frais de viande de boucherie (albuminoïdes et graisses crues) et proviennent d'animaux nourris dans les mêmes conditions pendant une année entière à partir de l'âge de 4 ou 5 mois. Pour exprimer en poids ou en longueurs la variation organique de ces derniers, je n'avais publié l'an passé [1] que des valeurs absolues, ce qui suffisait parfaitement, vu que les écarts étaient très considérables et les poids des animaux observés peu différents. Sur la seconde génération, que j'étudie cette année, les variations sont d'importance bien moindre; j'ai dû alors examiner les rapports de chaque organe soit au poids total de l'animal auquel il appartient, soit au poids actif du même animal.

Le poids actif se calcule sans peine à l'aide du poids total, pris le jour de la mort, diminué du poids, directement obtenu, des plumes, de la graisse et du squelette minéral. Quant au poids total, si l'on se bornait à prendre celui du jour de la mort, on s'exposerait à de graves mécomptes en raison du moment choisi pour la fin de chaque expérience annuelle : savoir, un mois ou six semaines après la cessation de la ponte, c'est-à-dire à la fin d'une manifestation complète de l'état adulte.

» Or, après la ponte, les Poules subissent, comme il est bien connu, une mue avec perte de plumes et amaigrissement; les mâles perdent les plumes de la queue, mais ne maigrissent pas. La mue est bien plus importante chez les Poules carnivores que chez les granivores, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant :

---

[1] Voir *Comptes rendus* des 9 et 24 décembre 1901.

	Perte à la mue.	Pourcentage du poids total des femelles.
Granivores	191,50 g	11,71 %
Carnivores de première génération	304,33	15,74 »
Carnivores de deuxième génération	376,33	19,36 »

» En outre, les Poules carnivores de deuxième génération se dépouillent presque entièrement et ne conservent qu'une partie de leurs grandes plumes aux ailes et à la queue.

» Ce résultat est en lui-même fort curieux. La santé générale des animaux en expérience semble ne rien laisser à désirer et les poids moyens croissent à chaque génération de la façon suivante :

1938g, 2118g, 2307g.

» Cependant les carnivores sont de plus en plus éprouvés par un état physiologique critique : dans l'espèce une crise génitale, car la mue n'est pas autre chose.

» On voit ensuite comme conséquence que le poids total, auquel on se propose de rapporter les poids des organes, doit être pris pour les diverses femelles au même moment de la mue. J'ai choisi le poids qui précède juste la décroissance due à ce phénomène. On obtient de la sorte des résultats qui sont tous comparables entre eux, ce qui est la première condition d'une étude sérieuse.

» Parmi les organes qui continuent à varier d'une façon sensible, le *rein* tient le premier rang. Voici réunies en un tableau les variations de son poids moyen dans les trois générations déjà étudiées : la première granivore, et les deux suivantes carnivores. Les animaux sacrifiés ayant été saignés, les poids d'organes doivent s'entendre vides de sang :

Nombres absolus	9,95 g	12,91 g	16,15 g
Rapports à 100g du poids total	0,52	0,63	0,73
Rapports à 100g du poids actif	0,62	0,88	1,06

» Dans le même temps, la quantité moyenne d'urée excrétée par poule et par jour croît de la façon suivante :

0g,108 0g,315 0g,365

» Elle est donc aussi en progression, mais d'une façon bien moindre que le rein. Il est vraisemblable que celui-ci éprouve une excitation morphogène par le surcroît de travail dû non seulement à l'excrétion de l'urée, mais encore à celle de produits plus toxiques, dont on pourrait peut-être déceler la présence par le dosage de l'azote total. Mais les conditions peu rigoureuses dans lesquelles il est permis de recueillir, mêlée aux excréments, l'urine des oiseaux rendraient illusoire une précision de cet ordre; aussi n'avons-nous pas essayé de l'atteindre.

» Une troisième génération carnivore maintenant amenée à la taille

adulte, dans des conditions de santé qui semblent bonnes, montre une plasticité physiologique et morphologique assez étendue chez la Poule. La réaction énergique du rein nous paraît un des facteurs de cette adaptation relativement facile à un régime tout à fait nouveau; et des comparaisons instructives seront à établir à cet égard avec d'autres expériences entreprises par divers auteurs et par moi-même sur différents Mammifères. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Formation de la chlorophylle, dans l'air raréfié et dans l'oxygène raréfié.* Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« M. Palladine a montré que, dans des feuilles étiolées, détachées de la plante, reportées à la lumière, la chlorophylle ne se forme que si l'aération est assez considérable. Il en a tiré la conclusion suivante : « Pour que les » plantes verdissent, il faut qu'elles reçoivent plus d'oxygène qu'il n'en » faut pour la respiration » (1). Je me suis proposé d'étudier l'action de l'oxygène sur le verdissement, en opérant avec des plantes entières et dans des conditions où l'on peut mesurer la pression des gaz. J'ai fait, aux laboratoires de Paris et de Fontainebleau, un grand nombre d'expériences sur le *Lepidium sativum*.

» Deux lots de graines sont mis en germination à l'obscurité. Quand les jeunes plantes sont suffisamment développées, on les porte à la lumière : un lot à la pression atmosphérique, l'autre à une pression inférieure qui, dans la plupart des expériences, a été de $\frac{1}{5}$ d'atmosphère environ. Les plantes maintenues à la pression normale prennent rapidement une teinte verte très nette. Celles qui sont dans l'air raréfié sont toujours beaucoup moins vertes; elles restent souvent complètement étiolées.

» *Exemple.* — Le 21 février 1901, trois lots de plantes ont été mis en expérience, le premier à la pression normale, le second à $\frac{1}{2}$ atmosphère, le troisième à $\frac{1}{6}$ d'atmosphère environ. Le 1er mars, les deux premiers lots étaient verts; le second, beaucoup moins foncé que le premier; le troisième était resté complètement étiolé.

» J'ai fait une série d'expériences basées sur le même principe, en remplaçant l'air raréfié par de l'oxygène raréfié. La pression totale était de $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{6}$ d'atmosphère, la pression relative de l'oxygène à peu près la même que dans l'air atmosphérique. Le verdissement a été sensiblement égal à celui du lot témoin, maintenu dans l'air normal.

» Des résultats semblables ont été obtenus avec le *Phaseolus multiflorus* sur lequel j'ai opéré dans des conditions d'asepsie pour éviter les moisissures qui introduisent

(1) *Revue générale de Botanique*, t. IX, p. 385.

des causes de perturbation dans les expériences. Dans l'air raréfié à $\frac{1}{6}$ d'atmosphère, les feuilles de *Phaseolus* sont restées presque étiolées avec une tendance à verdir à peine perceptible; les tiges étaient blanches, les cotylédons jaunes.

» Dans l'oxygène pur, à la même pression, les feuilles, les cotylédons et les tiges ont verdi comme dans l'air normal (juillet 1902).

» Ainsi, *dans l'air raréfié, la formation de la chlorophylle est très diminuée, la pression relative de l'oxygène a une action prépondérante, la pression totale n'a pas d'influence sensible.*

» Des expériences un peu différentes, faites également avec des germinations de *Phaseolus multiflorus*, en milieu stérilisé, ont montré que c'est bien l'absence d'oxygène qui empêche le verdissement et non l'accumulation de gaz carbonique. Un *Phaseolus* étiolé a été placé sous une cloche hermétiquement close à la lumière, avec quelques cultures de *Sterigmatocystis nigra* qui avaient pour but d'absorber l'oxygène sans produire d'oxyde de carbone et un récipient contenant une solution concentrée de potasse. La cloche était munie d'un tube recourbé deux fois, retourné sur du mercure de manière à former un manomètre à air libre. La respiration du *Phaseolus* et surtout celle des champignons, enlève rapidement l'oxygène de la cloche; la potasse absorbe le gaz carbonique au fur et à mesure de sa production, l'ascension du mercure dans le tube indique la proportion d'oxygène qui reste dans la cloche. L'oxygène disparaît rapidement. Dans une expérience, au bout de 48 heures, le mercure s'est élevé dans le tube de 12^{cm}. (Si tout l'oxygène avait été absorbé, le mercure serait monté de 16^{cm} environ.) Dans ces conditions, la plante verdit à peine, tandis que, chez les plantes témoins maintenues à l'air libre, la chlorophylle se forme en abondance. La plante en expérience continue à vivre; mais la petite quantité d'oxygène qui reste est insuffisante pour le verdissement (novembre 1902).

» C'est donc bien l'insuffisance d'oxygène et non l'accumulation de gaz carbonique qui entrave la formation de la chlorophylle. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques nouveaux Infusoires fossiles.* Note de M. B. Renault, présentée par M. E. Bornet.

« Nous avons signalé l'existence, à l'état fossile, d'Infusoires [1], dans les lignites éocènes de l'Hérault. Ils étaient assez bien conservés pour que nous ayons pu les classer dans la famille des *Keronina* marcheurs et nageurs, pourvus de cuirasse; nous avons admis que la cuirasse qui les proté-

---

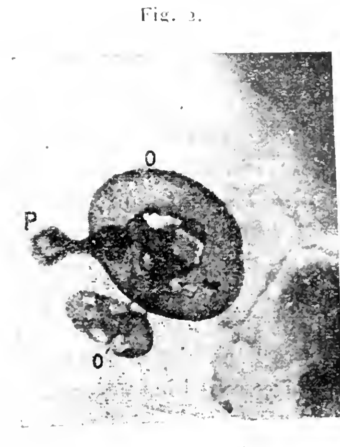
[1] B. Renault et A. Roche, *Sur la constitution des lignites* (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*, 11e Bulletin, 1898).

Fig. 1.



Chambre pollinique de *Stephanospermum* contenant des grains de pollen cloisonnés P et des groupes d'Infusoires O, C. Gross. : $\frac{80}{1}$. Le microscope montre des détails non rendus par la photographie dans les groupes d'Infusoires avec un grossissement de $\frac{600}{1}$.

Fig. 2.



Grain de pollen O muni d'une excroissance cellulaire P; gross. $\frac{330}{1}$.


Fig. 3.



Grains de pollen *cloisonnes* de *Stephanospermum*, O. Groupe d'Infusoires difflués en partie, R; gross. : $\frac{330}{1}$. Les cirres et les cils sont visibles au microscope sous un grossissement de $\frac{600}{1}$.

geait était la cause de leur conservation à l'état fossile, émettant quelques doutes sur la conservation des Microzoaires nus.

» Les Infusoires dont nous nous occupons aujourd'hui sont bien plus anciens; ils datent de l'époque houillère, ils sont silicifiés et *dépourvus* d'enveloppe coriace protectrice.

» Nous les avons rencontrés à l'intérieur de la chambre pollinique de graines de *Stephanospermum* (*fig.* 1, O, C), au milieu des grains de pollen. Nous en avons également rencontré accompagnant des spores de Fougères; il semble que ces Microzoaires se soient nourris de spores et de grains de pollen.

» Ce qui donnerait quelque créance à cette remarque, c'est l'aspect que présentent certains des grains contenus dans la chambre pollinique.

« Le grain de pollen O (*fig.* 2) porte une excroissance P en forme d'haltère; on ne peut attribuer cette disposition à une espèce particulière de grain de pollen, encore moins à l'émission d'un tube pollinique. Le pollen des *Stephanospermum* et celui des Cordaïtes sont bien connus. On peut se demander si la présence d'Infusoires ne serait pas la cause accidentelle de cette production anormale. Les grains de pollen des *Stephanospermum* ont des dimensions considérables, leur forme est celle d'un ellipsoïde de révolution dont le grand axe mesure 15^{μ} à 17^{μ}, et le petit 10^{μ} à 13^{μ}. Les Infusoires qui les accompagnent ont un diamètre de 4^{μ} à 5^{μ}; ils ont donc pu pénétrer facilement avec eux. Les Infusoires (*fig.* 3) que nous avons observés sont dépourvus de *cuirasse*, de *cornicules*, de *styles;* ils portent quelques cirres; ils sont munis de cils disséminés sur leur tégument membraneux et à l'extrémité de bras locomoteurs. Ces cils, longs à peine de 1^{μ} à 2^{μ}, sont raides, acérés, de couleur foncée, chitinisés sans doute, capables d'exercer un léger effort mécanique; nous croyons qu'ils ont pu trouer l'enveloppe de quelques grains de pollen et déterminer la sortie de gouttelettes de protoplasma ayant pris des formes variées et arrondies de la figure 2 et capables peut-être de se cloisonner ou de recevoir des enclaves.

» De ce qui précède il résulte :

» 1° Que les Infusoires, cuirassés ou non, ont pu être conservés à l'état fossile soit au moyen des lignites, soit par la silice, depuis l'époque de la houille;

» 2° Que, rencontrés au milieu de spores de Fougères ou de grains de pollen, ils ont dû se nourrir de ces délicats organes végétaux.

» 3° Que, sous l'influence de leurs attaques répétées, ils ont déterminé, dans l'enveloppe des grains, des ouvertures ou des fissures permettant au plasma du grain de sortir et modifier plus ou moins sa forme extérieure;

» 4° Que les Infusoires ci-dessus appartiennent à la famille des *Keronina* sans cuirasse, l'absence de styles et de cornicules les rapprocherait du genre *Cinetoconia* Ren. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'immunisation de la Laitue contre le Meunier.* Note de M. E. MARCHAL, présentée par M. Guignard.

« On sait que les Péronosporacées sont extrêmement sensibles à l'action des poisons métalliques et que les zoospores du *Plasmopara viticola*, par exemple, ne germent plus en présence de $\frac{2}{10\,000\,000}$ à $\frac{3}{10\,000\,000}$ de sulfate de cuivre. Dans ces conditions, on peut se demander s'il ne serait pas possible d'introduire, dans l'organisme végétal, des quantités de ce sel ou d'autres analogues, telles que les tissus deviennent réfractaires au développement des Péronosporacées.

» Les recherches que j'ai poursuivies dans cette direction ont porté sur le Meunier de la Laitue (*Bremia Lactucæ* Reg.).

» A la surface de cristallisoirs de 500^{cm^3} contenant le liquide minéral nutritif de Sachs additionné de doses croissantes de sel fongicide, on a semé un poids identique de graines de Laitue de la variété *Gotte*.

» Lorsque les jeunes plantules eurent deux ou trois feuilles, on les pulvérisa de spores de *Bremia*, dont la bonne faculté germinative avait été démontrée par des essais préliminaires. Chaque culture fut ensuite recouverte d'une cloche tapissée de papier buvard humide.

» Pendant l'été, dans les cultures non immunisées, l'évolution de la maladie a été, dans ces conditions, très rapide. Dès le troisième jour, on pouvait trouver dans les feuilles le mycélium du parasite, et, à partir du cinquième jour, les fructifications apparaissent en abondance, suivies bientôt du flétrissement et de la mort des parties atteintes.

» Voici l'action spécifique de quelques sels métalliques étudiés d'une part, sur la vitalité de la Laitue et, d'autre part, sur son parasite.

» *Sulfate de cuivre.* — Cultivée dans le liquide de Sachs, la Laitue supporte des doses de $\frac{5}{10000}$ à $\frac{7}{10000}$ de sulfate de cuivre. Cette dose limite varie, pour un même liquide nutritif, suivant la rapidité de croissance, la température, l'état hygrométrique de l'air et l'intensité de la lumière.

» Toutefois, à cette concentration, le développement est sensiblement retardé, et il faut descendre à $\frac{4}{10000}$ ou $\frac{5}{10000}$ pour obtenir une végétation normale.

» Les plantules développées avec $\frac{5}{10000}$ à $\frac{7}{10000}$ de sulfate de cuivre résistent victorieusement à l'infection par le *Bremia* [1]. Parfois, cependant, les cotylédons se laissent envahir, mais les feuilles proprement dites paraissent complètement immu-

---

[1] L'analyse a montré que ces plantules renfermaient $\frac{1}{22000}$ de cuivre.

nisées contre le parasite. Les jeunes Laitues cultivées avec $\frac{3}{10000}$ à $\frac{1}{10000}$ du même sel présentent encore une résistance marquée à l'infection, comparativement au témoin. Cette résistance disparaît totalement à la dose de $\frac{1}{100000}$.

» *Sulfate de fer.* — Les cultures avec $\frac{8}{10000}$ à $\frac{9}{10000}$ de sulfate ferreux sont encore très florissantes, mais ne manifestent pas une immunité notable vis-à-vis du parasite. Avec $\frac{1}{1000}$ les plantes languissent et ne prennent aucun accroissement.

» *Sels divers.* — La Laitue supporte des doses considérables (jusqu'à 1 pour 100) de sulfate de manganèse. Des cultures soumises à l'action de ce sel, sans être complètement immunisées montrent une résistance très notable à l'infection.

» L'étude, par la même méthode, de l'action des sels nutritifs sur la prédisposition de la Laitue à l'attaque du Meunier m'a montré que les combinaisons azotées et, chose inattendue, les phosphates en favorisent l'invasion. Les sels potassiques, au contraire, dont la Laitue supporte de très fortes doses (jusqu'à 2 pour 100), dans le milieu nutritif, augmentent notablement sa force de résistance.

» Il résulte de ces essais qu'il est possible, par voie d'absorption de substances fongicides et, tout particulièrement, de sulfate de cuivre, de conférer aux jeunes Laitues une véritable immunité contre le *Bremia Lactucæ*.

» Malheureusement, si l'on veut appliquer cette théorie dans la culture, pour lutter contre ce terrible ennemi, on se heurte à de grandes difficultés pratiques.

» Ces difficultés résultent surtout du faible écart qui existe entre la dose immunisante minimum de sulfate de cuivre et la dose maximum compatible avec le développement normal de la Laitue.

» De plus, les conditions de culture (culture sous verre et culture à l'air libre) et, surtout, la composition chimique du sol, notamment en ce qui concerne la chaux, font varier, dans des proportions considérables, la quantité de sel à employer pour arriver au but désiré.

» Néanmoins, il n'est pas impossible que, par une étude très attentive des conditions précises de l'action toxique des sels de cuivre, on n'arrive à baser sur leur emploi, par voie d'absorption radiculaire, un véritable traitement du *Bremia* et, peut-être, d'autres Péronosporacées. »

MINÉRALOGIE. — *Quelques observations minéralogiques faites sur les produits de l'incendie de Saint-Pierre (Martinique).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Au cours de mes visites aux ruines de Saint-Pierre, je me suis attaché à recueillir les documents de toute sorte présentant quelque intérêt scien-

tifique, même indépendant des causes de la catastrophe volcanique du 8 mai. Les plus importants sont ceux qui résultent de l'incendie de la ville.

» L'action de l'incendie qui a contribué à la destruction de Saint-Pierre a produit des résultats très inégaux, ainsi que nous l'avons fait déjà remarquer. On rencontre fréquemment à côté l'une de l'autre des maisons entièrement brûlées, et d'autres qui ont été à peine léchées par le feu ou même ont été complètement épargnées par lui. Dans quelques édifices brûlés, grâce à des conditions physiques spéciales, grâce à la nature et à la quantité des produits combustibles qu'ils renfermaient, l'incendie s'est prolongé pendant plusieurs jours, pendant plusieurs semaines ou même pendant plusieurs mois. Tel a été le cas de trois dépôts de charbon qui brûlaient encore le 30 juillet, près de trois mois après la catastrophe; c'est l'un d'eux, situé sur le bord de la mer, à l'extrémité sud de la ville, qui m'a fourni les documents ayant servi à cette étude.

» Ce dépôt de charbon était, comme la plupart des maisons de Saint-Pierre [1], construit en pierre avec des *andésites* du voisinage. Ces pierres étaient réunies par du mortier, fabriqué avec un mélange de chaux, provenant généralement de la calcination de polypiers et de sable de la mer, résultant de la désagrégation des andésites et de leurs tufs; ce sable est constitué par des fragments ou des cristaux nets de titanomagnétite, d'hypersthène, d'augite, de plagioclases (andésines et labradors en moyenne), avec en outre de petits fragments d'andésite compacte, de ponce andésitique et quelques grains de quartz de dacites.

» Les pierres du dépôt de charbon en question ont été modifiées par la chaleur, et près des ouvertures le tirage a été suffisant pour déterminer la fusion complète du mortier des pierres voisines et donner ainsi naissance à une sorte de lave noire, qui a *coulé* en masses cordées ou en longues stalactites. Les blocs d'andésite ont été, par places, ramollis au point de s'affaisser sur eux-mêmes, mais leur pâte microlitique seule a fondu entièrement, les phénocristaux (andésines et labradors, augite, hypersthène, etc.) ont été plus ou moins complètement conservés.

» Suivant la vitesse du refroidissement, le verre noir bulleux est resté entièrement colloïde ou bien a partiellement cristallisé; *l'incendie a donc*

---

(1) On trouve cependant dans les ruines d'assez nombreux moellons de roches étrangères au sol de la Martinique (granite, gneiss, calcaire cristallin, serpentine, etc.). Ils ont sans doute été apportés comme lest et utilisés plus tard pour les constructions.

eu pour résultat de remettre ces andésites dans l'état physique et minéralogique où elles se trouvaient au moment de leur émission; elles sont par suite comparables aux laves rejetées par les explosions actuelles de la Montagne Pelée et qui sont constituées par les mêmes phénocristaux englobés dans un verre cristallitique de même composition.

» Sous l'influence de ce réchauffement accidentel, les phénocristaux ont subi des transformations du même ordre que celles que l'on observe dans les enclaves des roches basaltiques : fusion et recristallisation périphériques des feldspaths, transformation périphérique de l'hypersthène en augite, généralité du développement des inclusions vitreuses, etc.

» Lorsque le verre a recristallisé, il s'y est développé des plagioclases acides, avec quelques grains d'augite et de magnétite; *la roche nouvelle est donc revenue alors complètement à l'état minéralogique qu'elle possédait avant l'incendie.* Mais lorsque, localement, des phénocristaux ont totalement fondu, ils donnent par leur mélange avec le verre ambiant une recristallisation microlitique, généralement constituée par de longues baguettes de labrador enchevêtrées, associées à de l'augite, à un peu d'olivine et de verre.

» La roche, considérée dans son ensemble, présente alors l'aspect hétérogène d'une *andésite,* renfermant de petits nodules plus basiques de *basalte doléritique.* Ceux-ci simulent donc des ségrégations ou des enclaves énallogènes. Cette observation n'est pas sans intérêt, en suggérant une explication possible de l'origine des petites enclaves (pseudo-enclaves) basiques, que l'on rencontre si souvent dans certaines roches volcaniques et en montrant une fois de plus comment des compositions minéralogiques différentes peuvent naître d'un même magma, suivant les conditions de consolidation de celui-ci ([1]).

» Quant aux parties stalactiformes ou cordées, douées d'une fusibilité plus grande que les andésites et résultant de la fusion du mortier seul ou mélangé aux produits de la fusion de l'andésite au contact des pierres du mur, elles ont une composition plus complexe.

» Les plus fluides d'entre elles ont été celles dans lesquelles la totalité des éléments anciens ont été détruits par fusion : la roche néogène résul-

---

([1]) A beaucoup d'égards, ces phénomènes rappellent ceux que j'ai observés dans les roches constituant les *forts vitrifiés* des environs de Saint-Brieuc. On y voit aussi des cristallisations d'olivine néogène au milieu de roches dépourvues de ce minéral (*Bull. Mus. Hist. nat.*, 1899).

tante est un véritable *basalte*, à structure intersectale, avec tendance ophitique et fréquente présence d'un verre noir. L'abondance de l'olivine est surtout la conséquence de la coexistence d'une grande quantité d'hypersthène et de magnétite dans le mortier.

» Les produits, ayant été doués d'une fluidité moindre, ne diffèrent des précédents que parce qu'il y reste en plus ou moins grande quantité des fragments corrodés ou des cristaux encore nets de plagioclases et de pyroxènes.

» L'hypersthène, qui est parfois extrêmement abondant, n'est jamais absolument intact, sans avoir perdu sa forme géométrique; il est d'ordinaire en totalité ou en partie transformé en grains d'augite, sans orientation définie, ou en baguettes du même minéral, groupées avec lui suivant la loi ordinaire, les aiguilles d'augite gagnant de la périphérie au centre du cristal. Enfin, j'ai fréquemment observé aussi des paramorphoses de l'hypersthène en ce type de pyroxène monoclinique peu biréfringent, à très fines lamelles hémitropes, qui est fréquent dans les météorites pierreuses et qui semble être une forme dimorphe du pyroxène rhombique. L'extrême abondance de ces cristaux d'hypersthène, transformés en augite et distribués dans un magma basaltique, font de cette roche néogène un type différent de celui des roches normales connues.

» Dans une prochaine Note, je m'occuperai des phénomènes endomorphes très intenses qu'ont subis les andésites constituant les murs des maisons qui contenaient une grande quantité d'objets en fer. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains paléozoïques de l'Oued Saoura et du Gourara.* Note de M. **E.-F. Gautier**, présentée par M. de Lapparent.

« Dans les mois d'août, septembre et octobre 1902, avec l'autorisation de M. le Gouverneur de l'Algérie, j'ai pu visiter, dans le Sahara oranais, les oasis des Oued Zousfana et Saoura, et celles du Gourara.

» Toute la région est extrêmement riche en fossiles carbonifériens et dévoniens. Nombre d'entre eux, rapportés par des officiers du Corps d'occupation, ont déjà fait l'objet de Communications à l'Académie des Sciences et à diverses Sociétés savantes (¹).

(¹) E. Ficheur, *Comptes rendus*, 23 juillet 1900. — *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXVIII, 3e série, p. 915. — Joleaud, *Mém. Acad. de Vaucluse*, 1900. — Collot, *Comptes rendus*, 5 août 1901. — Flamand, *Comptes rendus*, 1er juillet 1901.

» *Terrain carboniférien.* — Tous les fossiles connus jusqu'ici ont été trouvés dans un même banc calcaire, le long d'une faille gigantesque, dont le rejet diminue progressivement du Nord au Sud, et qui commence au Djebel Sidi Moumen, pour finir aux environs d'Igli. L'Oued Zousfana suit cette faille sur la plus grande partie de son cours; la lèvre inférieure, d'abord cachée sous des couches pliocènes ou pléistocènes, apparaît à fleur de sol à partir de Tar'it, et c'est à la proximité de ce banc calcaire imperméable que la basse Zousfana doit son humidité, et par suite son habitabilité relative. J'ai trouvé un nouveau gisement de fossiles carbonifériens, mal conservés, à une centaine de kilomètres au sud d'Igli, à la hauteur du ksar d'Ouarta. C'est une bande calcaire, longue de plusieurs kilomètres et large à peine de 15^{m}, qui représente la tranche d'une couche redressée; ce long ruban de roche gris bleu, à peine en saillie sur un plateau de reg horizontal, et se prolongeant jusqu'au bout de l'horizon comme une route nationale, frappe par son étrangeté les indigènes eux-mêmes, car il est couvert d'inscriptions rupestres. L'aspect de la roche rappelle le calcaire d'Igli d'une façon si frappante que M. Ficheur croit pouvoir conclure à leur identité.

» *Terrain dévonien.* — Les seuls fossiles dévoniens du Gourara signalés et étudiés jusqu'ici (calcaires à *Calceola sandalina*) l'ont été par M. Flamand, d'après des échantillons rapportés par M. le commandant Laquière. Ils proviennent de la route de Charouïn aux Ouled Cached.

» J'ai eu la bonne fortune de découvrir six autres gisements entre Beni-Abbès et Timmimoun : la plupart sont très riches en fossiles assez bien conservés, appartenant au dévonien moyen et au dévonien supérieur.

» Voici l'indication des gisements par ordre de succession du Nord au Sud :

» 1° Beni-Abbès. — Au sud du poste de Beni-Abbès, schistes argileux rouge violacé, peu consistants à la base, très durs à la partie supérieure. Plongée au sud-est de 40° (gisement indiqué par le capitaine d'Ustan).

» Dans les couches de la base, j'ai recueilli : un moule d'*Orthocère,* montrant plusieurs fragments de petits trilobites que M. Ficheur rapporte au genre *Phacops,* et dans les couches du sommet : *Goniatites* du groupe du *bidens* (indiquant le sommet du dévonien moyen), *Euomphalus, Orthoceras* indéterminables [1].

» 2° Ksar d'Ouarta. — Schistes argileux gris bleu, en bancs épais, très durs, plongée au nord-est de 42°; fossiles mal conservés.

---

[1] Ces échantillons et une partie des suivants ont été examinés par MM. Douvillé et Haug.

» *Orthocères* à siphon central et très petit, *Goniatite* indéterminable, bivalves rappelant le genre *Panenka*.

» 3° Fgagira. — Calcaires gris bleu, en couches assez minces, avec argiles rouges, plongeant au nord-est de 15° : les calcaires sont pétris d'innombrables coquilles conservées avec leur test.

» *Orthocères* très allongés et très minces (ou *Bactrites?*), *Goniatites* du groupe du *bidens*, *Tornoceras*, *Goniatites* sp., *Cardiola* cf. *retrostriata* Kayser (d'après M. Ficheur).

» 4° Dans la direction de Charouïn, on rencontre d'abord des schistes argileux noirs, très fissiles, sous lesquels disparaissent les calcaires; puis, à 10^{km} environ, des couches de calcaire amarante, plongeant 70° sud-ouest, forment l'épaulement du synclinal, dans lequel sont coincés les schistes et les calcaires de Fgagira. Ces calcaires amarantes me paraissent identiques à ceux où l'on trouve plus loin *Calceola sandalina;* ici, je n'y ai trouvé que des *Orthocères* indéterminables et des *Zaphrentis*. Ils reposent sur des quartzites identiques à ceux qui, à Foum, à Kheneg et à Kerzaz, semblent passer sous les couches de Fgagira.

» 5° Le gisement découvert par le commandant Laquière à 15^{km} au sud de Charouïn est beaucoup plus important qu'on ne supposait; il présente trois niveaux fossilifères, en couches plissées formant un synclinal analogue à celui du n° 4. La couche inférieure est de calcaire amarante avec *Calceola sandalina*, *Cyathophyllum*, *Favosites*, *Zaphrentis*, *Cystiphyllum vesiculosum*, *Atrypa reticularis* (?). Au-dessus sont des calcaires bleuâtres avec *Clymenia* sp. et *Orthocères*.

» La couche supérieure est formée de schistes argileux avec *Clymenia* et *Goniatites retrorsus*.

» 6° Ouest de Timmimoun. — Des schistes argileux, gris noirs, très fissiles, très redressés, occupent une superficie considérable autour de la sebkha de Timmimoun. Ils renferment, sur la route de Charouïn à Timmimoun, *Goniatites retrorsus*.

» 7° Sud de Timmimoun. — Les mêmes schistes, sur la rive orientale de la sebkha, passent à des grès en plaquettes couvertes de *Leptæna* (recueillis par le commandant Deleuze).

» L'importance des roches paléozoïques est donc considérable tout le long de l'Oued Sahoura et au Gourara. La série dévonienne y est plus complète qu'on ne supposait, puisqu'elle comporte non seulement du dévonien moyen, mais aussi du dévonien supérieur. Enfin toutes les couches paléozoïques de la région, plissées ou arasées, semblent être les cicatrices d'une chaîne hercynienne. Au contraire, dans le Sahara occidental, d'après les observations de Lenz, et même, autant qu'on en peut juger, dans l'Oued Zousfana, les mêmes terrains ont conservé une horizontalité relative. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'appréciation économique des améliorations culturales*. Note de M. **E. Rabaté**, présentée par M. Müntz.

« La traduction numérique des résultats donnés par les améliorations culturales est l'objet de nombreuses divergences. En particulier, dans l'emploi des engrais, l'effet utile observé est exprimé tantôt par le prix de revient d'un quintal de la récolte, tantôt par le bénéfice brut pour un quintal d'engrais, par le bénéfice net pour un quintal d'excédent de récolte, par le bénéfice net pour 100^{fr} d'engrais, etc.

Pour mieux faire ressortir le caractère de ces divers modes d'appréciation, choisissons un exemple simple, celui de deux cultures identiques ne fournissant qu'un produit utile : l'une, sans engrais, donnant une récolte R_0, l'autre, avec engrais, donnant une récolte R_e. Tous les résultats étant rapportés à l'hectare, désignons par p le prix constant d'un quintal de la récolte, par Q le nombre de quintaux d'engrais, par f le prix d'un quintal d'engrais, par Qf la dépense d'engrais, par s le poids constant de semence employé; enfin, admettons que la récolte sans engrais se solde sans perte ni gain.

» Nous pouvons dès lors grouper dans un Tableau les divers modes d'appréciation de l'effet utile dû à l'amélioration envisagée.

Bases d'appréciation d'une amélioration culturale (fumure).

1. Poids total de la récolte	R_e.
2. Poids de l'excédent de récolte	$E = R_e - R_0$.
3. Valeur de l'excédent de récolte ou bénéfice brut ..	Ep.
4. Coefficient de multiplication de la semence	$\frac{R_e}{s}$.
5. Bénéfice brut par quintal d'engrais..............	$\frac{Ep}{Q}$.
6. Prix de revient du quintal d'excédent de récolte ..	$\frac{Qf}{E}$.
7. Prix de revient du quintal de la récolte entière...	$\frac{R_0 p + Qf}{R_e}$.
8. *Bénéfice net par hectare cultivé*	$b = Ep - Qf$.
9. Bénéfice net par 100^{fr} d'engrais.................	$\frac{100\, b}{Qf}$.
10. Bénéfice net par quintal d'engrais...............	$\frac{b}{Q}$.
11. Bénéfice net par quintal d'excédent de récolte....	$\frac{b}{E}$.
12. Bénéfice net par quintal de la récolte entière.....	$\frac{b}{R_e}$.

» Les valeurs de R_0, p, s étant fixes, les appréciations basées sur les formules 1, 2, 3 et 4 ne font intervenir, comme variable, que la production totale R_e, sans tenir compte de la notion de bénéfice net. Or, dans notre régime individualiste, la récolte qui donne la plus grande quantité de produits utiles à la Société n'est pas forcément la plus avantageuse. Entre la récolte maxima et la récolte sans fumure, il existe, ordinairement, une récolte optima qui laisse au cultivateur le maximum de bénéfice.

» Les modes d'appréciation 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, basés sur le bénéfice obtenu pour une unité de la récolte ou de la fumure, peuvent tous conduire à des conclusions en opposition avec les intérêts bien compris du cultivateur. En effet, le bénéfice relatif, pour une unité, ne laisse pas entrevoir le bénéfice total, le seul indispensable à connaître. Soit $[u]$ l'unité choisie pour base de l'appréciation relative. Deux cas étant à comparer, désignons par b et b' les bénéfices par unité et par n et n' les nombres d'unités correspondants. Si l'on se base sur les bénéfices relatifs, on peut avoir $b > b'$, alors que, pour les bénéfices totaux, on peut avoir, en même temps, $bn < b'n'$.

» Nous adopterons donc, pour seule base de l'appréciation économique des diverses améliorations culturales, le bénéfice net par unité de surface, unité complètement indépendante des conditions et des résultats de l'expérience.

» D'une façon générale, pour les récoltes donnant deux produits utiles, paille et grain, on peut écrire : bénéfice net par hectare = excédent de produit en grain + excédent de produit en paille — dépenses provoquées par l'amélioration — surcroît de dépenses causé par l'augmentation de la récolte.

» Lorsque l'accroissement de production porte à la fois sur la quantité et sur la qualité du produit, de façon à faire passer de p à p' le prix du quintal de récolte, l'excédent de valeur, pour le produit considéré, devient $A = R_e p' - R_0 p$.

» Désignons par d la dépense initiale engagée pour une amélioration, par i l'intérêt de 1fr pendant un an et par a la valeur de l'excédent de produit réalisée la première année. Au bout d'un an, le capital engagé devient $\delta = d(1+i)$. L'excédent a, diminué des dépenses causées par l'augmentation de la récolte, devient α. Le bénéfice net est donc

$$b = \alpha - \delta.$$

» Si $\alpha = 0$, le résultat de l'amélioration est nul.

» Si $\alpha > \delta$, la dépense engagée est complètement récupérée, et l'opération laisse, en outre, un bénéfice.

» Si $\alpha < \delta$, la dépense est incomplètement recouvrée, et le nouveau capital engagé, $\delta - \alpha$, devient, à la fin de la deuxième année, $\delta' = (\delta - \alpha)(1+i)$. Le bénéfice de deuxième année peut donc s'écrire

$$b' = \alpha' - \delta'.$$

» La somme de ces bénéfices annuels, $b + b' + b'' + \ldots$, exprime la valeur culturale totale de l'amélioration poursuivie.

» L'effet utile d'une amélioration ne doit pas être accidentel, mais confirmé par une série de résultats de même sens. Le bénéfice enregistré doit donc présenter un caractère de permanence.

» De deux améliorations similaires donnant le même bénéfice net total, la meilleure est celle qui conduit à la réalisation de ce bénéfice total dans le temps le plus court.

» En nous appuyant sur ces notions de bénéfice, d'espace, de permanence et de temps nous pouvons établir une base rationnelle du contrôle des améliorations culturales (nature et poids des semences, nature et poids des engrais, irrigations, drainage, etc.), en disant que :

» Les améliorations les plus avantageuses et les meilleures méthodes de culture sont celles qui peuvent donner, d'une façon durable et dans le moindre temps, le bénéfice net total le plus élevé par hectare cultivé. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'application des engrais chimiques à la culture de la Vigne dans les terrains calcaires des Charentes.* Note de MM. **J.-M. Guillon** et **G. Gouirand**, présentée par M. A. Muntz.

« Depuis cinq années nous poursuivons aux environs de Cognac, dans le champ d'expériences de Mazotte, des recherches sur l'application des engrais chimiques à la culture de la Vigne dans les terrains calcaires. Ce champ est situé dans un sol dosant de 25 à 30 pour 100 de carbonate de chaux. Il est complanté en Folle blanche, greffée sur Chasselas × Berlandieri N° 41 B. La partie du vignoble expérimentée a été divisée en lots comprenant quatre rangées de vignes ayant reçu les mêmes engrais, mais dont les deux rangées du milieu seules entrent en ligne de compte dans la pesée des récoltes, afin d'éviter l'influence des carrés voisins. Les engrais employés ont été : le nitrate de soude, le sulfate de potasse, le superphosphate de chaux et le fumier de ferme. Jusqu'à l'année 1901 on les avait employés aux doses suivantes : nitrate de soude 500^{kg} à l'hectare, sulfate de potasse 300^{kg}, superphosphate 700^{kg}. L'hiver dernier, pour la première fois, nous n'avons mis qu'une demi-dose. Le fumier de ferme n'a été appliqué que deux années consécutives, en 1898 et 1899.

» Voici les résultats des pesées pour les cinq années, en donnant les poids de vendange par hectare :

Numéros des carrés.	Engrais reçu.	Rendement à l'hectare en 1898.	1899.	1900.	1901.	1902.
		kg	kg	kg	kg	kg
A.	Témoin	1062	2700	10138	11550	8950
B.	Sulfate de potasse	1150	2825	11250	11750	10450
C.	Nitrate de soude	1275	2400	10500	11900	9150
D.	Superphosphate de chaux	1200	2480	10300	12925	9250
E.	Témoin	1550	2900	9950	10850	8850
F.	Sulfate de potasse et nitrate de soude	1550	3050	10500	11075	9300
G.	Nitrate de soude et superphosphate	1435	2950	10100	9525	8750
H.	Sulfate de potasse et superphosphate	1137	2750	10350	12325	10200
I.	Témoin	1262	2600	7550	10800	8750
J.	Nitrate de soude Sulfate de potasse et superphosphate	1125	2850	9300	10300	9300
K.	Fumier de ferme	1436	3000	9225	11025	9800
L.	Témoin	1250	2175	10150	10925	8900

» En consultant le Tableau ci-dessus on constate qu'en 1898 et 1899 il n'y a eu aucun résultat. En 1900 et en 1901 les premiers effets ont commencé à se faire sentir; en 1902 surtout, ils se sont accentués, quoique la récolte ait été, dans le champ d'expériences, comme dans les Charentes en général, bien inférieure à celle des années précédentes.

» Pour mieux faire ressortir l'influence de chacun des éléments employés, nous avons pris la moyenne des témoins et celle des différents carrés fumés. En ne tenant compte que de l'excédent de récolte dû aux fumures on arrive aux résultats suivants :

Années 1900-1901.	Année 1902.	Excédents de vendange.
568 kg	950 kg	d'excédent de vendange dû aux engrais potassiques
462	513	» » phosphatés
205	263	» » azotés
287	938	» au fumier de ferme

» La potasse a donc donné les meilleurs résultats; puis viennent l'acide phosphorique et l'azote. Enfin le fumier de ferme, qui était en 1900-1901 au troisième rang, occupe en 1902 le second rang, très près du premier.

» Il est intéressant de mettre en parallèle les résultats obtenus et l'analyse chimique du sol.

Analyse chimique du sol de Mazotte.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	Moyenne.
	Pour 1000.	Pour 1000.	Pour 1000.	Pour 1000.	Pour 1000.
Potasse	1,950	1,812	1,760	1,980	1,875
Acide phosphorique	0,640	0,728	0,600	0,741	0,677
Azote	1,107	1,231	1,316	1,184	1,209
Calcaire total	215,7	249,0	222,5	248,0	233,8

» On constate donc que le sol de Mazotte est plutôt riche en potasse, et cependant les éléments potassiques sont ceux qui ont donné les meilleurs résultats. Il en résulte que l'analyse chimique n'a fourni aucun renseignement intéressant pour indiquer les engrais à expérimenter.

» Si, au lieu de se préoccuper de ce qui manque au sol, on étudie ce que la vigne lui enlève, on trouve des observations qui corroborent parfaitement nos résultats. En effet, M. Muntz, dans ses *Recherches sur les exigences de la vigne*, démontre que, si dans le Midi l'azote est la dominante de la vigne, dans le Sud-Ouest, l'Est et le Nord-Est c'est la potasse, au contraire, qui est absorbée en plus forte quantité. On sait en effet que dans le Midi les engrais azotés sont ceux qui réussissent le mieux. Nous venons de voir que, dans les terrains calcaires du Sud-Ouest, c'était la potasse.

» Nous n'avons encore rien constaté en ce qui concerne la richesse saccharine des raisins dans les différents carrés. Par contre, le poids des sarments, pris après la chute des feuilles, est proportionnel à la quantité de récolte pour chacun des lots.

» *Conclusions.* — De ces observations on peut tirer, pour les terrains calcaires des Charentes, les conclusions suivantes :

» 1° Les engrais chimiques, appliqués à la culture de la Vigne, ne produisent pas d'effets immédiats ; on peut donc les répandre à une époque quelconque ;

» 2° Les engrais potassiques donnent, dans les terrains calcaires des Charentes, les meilleurs résultats; les engrais phosphatés viennent ensuite et, en dernier lieu, les engrais azotés ;

» 3° Le fumier de ferme s'y montre comme un engrais de premier ordre ;

» 4° L'analyse chimique du sol ne donne pas d'indications suffisantes pour la nature des engrais à appliquer; une expérience poursuivie pendant plusieurs années est seule capable de guider le choix des viticulteurs. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur quelques Graminées exotiques employées à l'alimentation (Eleusine, Paspale, Pénicillaire, Sorgho, Tef)*. Note de M. **Balland**.

« L'*Eleusine* (*Eleusine stricta*) est une Graminée de culture facile dont les graines servent à l'alimentation des Hindous, qui en font des galettes. Les graines sont rondes, brunes et très petites (380 dans 1^g). La farine est obtenue à l'aide de petits moulins primitifs à la main.

» Les graines de *Paspale* sont également consommées dans les Indes et surtout en Guinée. On en connaît plusieurs variétés (*Paspalum frumentaceum, P. longiflorum, P. scrobiculatum*) qui se rapprochent, par leurs caractères botaniques et chimiques, des panics et des pénicillaires. Le poids des grains est très variable suivant les variétés (170 à 2000 dans 1^g). Les graines dépouillées de leur enveloppe extérieure et désignées en Guinée sous le nom de *fonio* ont l'aspect d'une semoule grossière; on les mange à défaut de riz.

» Le millet à chandelle, petit-mil, *Pénicillaire* (*Penicillaria spicata*) appartient à la tribu des Graminées-panicées. Il n'a d'importance que dans certaines régions de l'Afrique et dans l'Inde où il est employé aux mêmes usages alimentaires que le sorgho. On en connaît de nombreuses variétés qui portent des noms indigènes particuliers. Les grains affectent différentes formes (longue, ovoïde, pyriforme, etc.), avec des nuances plus ou moins vertes. Leur poids moyen pour 1000 grains oscille entre $3^g,20$ et $10^g,80$.

» Les analyses prouvent que la composition des pénicillaires du Congo, de la Guinée, des Indes, du Sénégal et de la Tunisie ne diffère pas sensiblement de celle des millets que nous avons examinés antérieurement (*Comptes rendus*, 1898)

» Le *Sorgho* (*Holcus sorghum*) paraît originaire de l'Afrique équatoriale avec transmission préhistorique en Egypte, dans l'Inde et finalement en Chine, où la culture ne paraît pas très ancienne, car le premier Ouvrage qui en parle date du IVe siècle de notre ère (A. de Candolle). On utilise pour l'alimentation de nombreuses variétés de sorgho dont aucune n'a été trouvée à l'état sauvage (*Holcus saccharatus, H. cernus, H. bicolor, H. niger, H. rubens*. etc.). Toutes ces variétés se retrouvent notamment dans les plaines chaudes et sablonneuses de l'Afrique où le riz ne peut être cultivé. On mange les graines de sorgho crues, cuites à l'eau ou grillées; la farine sert à préparer des bouillies, des couscous et des galettes.

» Les analyses effectuées sur 33 échantillons de nos colonies (Algérie et Tunisie, Congo, Dahomey, Guadeloupe, Guinée, Indes, Madagascar, Nouvelle-Calédonie, Sénégal et Soudan) montrent que le sorgho, désigné parfois improprement sous le nom de *gros millet*, se rapproche beaucoup des millets bien que ses caractères botaniques le rattachent à une autre tribu des Graminées. Les écarts pour la cellulose tiennent à ce que les graines, dans certaines variétés, sont accompagnées de petites écailles qui se détachent difficilement.

» Le *Tef* paturin d'Abyssinie (*Poa abyssinica*) donne trois à quatre récoltes par an et produit à foison de toutes petites graines brunes ou blanches (il y a en à près de 3000 dans 1g) que les Abyssins apprécient beaucoup et avec lesquelles ils font le *tavieta,* sorte de galette de luxe. Ils les mangent aussi, non moulues, à la façon du riz. D'après les analyses rapportées plus loin, le tef et l'éleusine présentent, à peu près, la même teneur en azote et en graisse que le seigle et, comme lui, ne donnent pas de gluten à la lévigation.

Analyses de produits provenant de l'Exposition universelle de Paris de 1900.

		Paspalum			Fonio décortiqué.		
	Éleusine.	*frumentaceum.*	*scrobiculatum.*	*longiflorum.*			Tef.
Eau	13,50	11,30	10,50	11,20	13,40	12,00	9,20
Matières azotées	6,76	6,75	5,99	8,99	7,00	8,40	8,36
Id. grasses	1,15	2,98	2,65	2,45	1,90	2,00	1,85
Id. amylacées	70,94	66,97	67,76	67,91	76,60	76,55	75,49
Cellulose	4,35	8,85	9,50	7,15	0,40	0.35	1,90
Cendres	3,30	3,15	3,60	2,30	0,70	0,70	3,20
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Poids moyen de 1000 grains.	2g,64	2g,95	5g,88	0g,57	»	»	0g,34

	Penicillaria spicata.		*Holcus sorghum.*	
	Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.
Eau	11,00	14,00	10,70	14,70
Matières azotées	8,78	16,10	9,10	12,18
Id. grasses	2,35	6,25	2,25	3,85
Id. amylacées	66,07	71,17	62,71	72,77
Cellulose	1,35	3,85	1,35	6,50
Cendres	0,80	2,10	0,80	2,90
Poids moyen de 1000 grains	3g,20	10g,80	1g,21	3g,96

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les crépuscules rouges observés à Athènes dans les mois d'octobre et de novembre* 1902. Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Lœwy.

» Le 25 octobre au soir, par un beau ciel, nous avons observé, pour la première fois, à Athènes, quelques minutes après le coucher du soleil, dans la partie occidentale du ciel, un crépuscule rouge, extraordinairement lumineux; le phénomène a attiré vivement l'attention d'un grand nombre de personnes.

» La partie éclairée du ciel offrait, en général, une vive lumière rouge, mais elle était teintée aussi de rose assez intense et de bleu. Cette lumière colorée arrivait jusqu'à la hauteur de 40° environ à partir de l'horizon et s'étendait du sud-ouest au nord-ouest. Elle n'avait pas de scintillation et avait l'éclat d'une magnifique lueur qui faisait croire à un grand incendie.

» Le phénomène crépusculaire s'est affaibli peu à peu et a complètement cessé $1^h 45^m$ après le coucher du soleil.

» Depuis, nous l'avons observé un grand nombre de fois, mais beaucoup plus faible, soit à cause de l'état nuageux du ciel, soit aussi parce qu'il s'est affaibli très vite. Il a été vu le 26 et le 29 octobre (par un ciel nuageux), le 2 novembre (ciel beau), le 3, le 5, le 6, le 23, le 24 (ciel beau), le 25, le 27 et le 29 (ciel beau). Pendant les autres jours, le mauvais temps ne permettait pas, malheureusement, l'observation.

» Les dernières observations, faites le 29 novembre, avec un beau temps, font croire que le phénomène se trouve probablement vers sa fin.

» Quant à la cause de ce crépuscule extraordinaire, nous avons à remarquer que sa coïncidence, trois fois de suite, en 1831, 1883 et 1902, avec les fameuses éruptions de la mer de Sicile, du Krakatoa et de la Martinique, semble venir à l'appui de l'hypothèse volcanique. »

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres qui devra faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire au Ministère des Finances.

M. Troost, qui représentait l'Académie des Sciences dans cette Commission et dont les pouvoirs étaient expirés, est réélu à l'unanimité.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 novembre 1902.

(Suite.)

Cours de Botanique : Anatomie; Physiologie; Classification; Applications agricoles, industrielles, médicales; Morphologie expérimentale; Géographie botanique; Paléontologie; Historique; par MM. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, et Leclerc du Sablon; à l'usage des Elèves des Universités, des Ecoles de Médecine et de Pharmacie, et des Écoles d'Agriculture. T. I, fasc. 2, 1re et 2e partie. Paris, Paul Dupont, 1901-1902; 2 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Sur la loi des pressions dans les bouches à feu, par M. E. Vallier, Correspondant de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. H. Andoyer. Paris, C. Naud, 1902; 1 fasc. in-4°.

Société protectrice de la vie humaine sur la voie publique, pour aider à la répression de l'abus de la vitesse des automobiles, vélocipèdes et autres véhicules. (Circulaire.) Paris, Paul Dupont, 1902; 2 feuillets in-8°.

Das Universum als Perpetuum Mobile, die Swer- und Wiederstandskraft sind die Ur- und triebenden Kräfte seiner Bewegungen. Wandsbek, C. Boberz, 1902. 1 fasc. in-8°. (Transmis par les soins de l'Ambassade d'Allemagne.)

Bericht der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt-am-Main, 1902. Francfort-sur-le-Mein, Knauer frères; 1 vol. in-8°.

Astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. und k. Militär-geographischen Institutes in Wien; Bd. XVIII. Vienne, 1902; 1 vol. in-4°.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; ser. II, Vol. XII; ser. III, Vol. III. Modène, 1902; 2 vol. in-4°.

Mémoires de l'Université de la Nouvelle Russie; t. 89. Odessa, 1902; 1 vol. in-8°. (En langue russe.)

Ouvrages reçus dans la séance du 24 novembre 1902.

Où était l'embouchure du Jourdain à l'époque de Josué? par M. Ch. Clermont-Ganneau, Membre de l'Institut. (*Annuaire de l'École pratique des Hautes Études,* 1903, Section des Sciences historiques et philosophiques; p. 5-21.) Paris, Imprimerie nationale, 1902. (Hommage de l'auteur.)

La faune momifiée de l'ancienne Égypte, par le Dr Lortet, Correspondant de l'Institut, et M. C. Gaillard; 1re série. Lyon, Henri Georg, 1903; 1 vol. in-f°. (Présenté par M. Chauveau. Hommage des auteurs.)

Ministère des Travaux publics. *Nivellement général de la France. Réseau fonda-*

mental. Répertoire graphique : Opérations effectuées pendant les campagnes de 1887, 1888 *et* 1889. Nantes, Imprimerie du Commerce, 1901; 1 vol. in-4°. (Adressé par M. Ch. Lallemand.)

Commission française des Glaciers. *Rapport sur les variations des glaciers français de* 1900 *à* 1901, *présenté à la Commission française des Glaciers* par M. W. Kilian. *Revue de Glaciologie*, par M. Ch. Rabot. Mâcon, Protat frères, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de la Commission.)

Table alphabétique des publications de l'Académie de Stanislas (1750-1900), rédigée par les soins de M. I. Favier, précédée de l'*Histoire de l'Académie*, par Chr. Pfister. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1902; 1 vol. in-8°.

Acide chlorophyllique, sa grande profusion et son rôle dans la création : Réponse à la question posée par M. le Docteur Wurtz, l'illustre Doyen de la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Institut. Académie des Sciences, par M. A. Guillemare. Brive, imp. Roche, 1902; 1 fasc. in-4°.

Limites entre o Brazil e a Bolivia; relatorio apresentado ao Exm. Sr. Dr. Olyntho de Magalhaes, Ministro das Relacoes exteriores, pelo Dr. Luiz Cruls. Rio-Janeiro, 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lœwy.)

Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte nach C.-A. Bjerknes' Theorie, von V. Bjerknes, Bd. II, mit 60 Figuren im Text und auf Tafeln. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Poincaré. Hommage de l'auteur.)

Untersuchungen aus dem hygienischen Institut in Groningen. *Versuch einer neuen Bakterienlehre*, von Dr A.-P. Fokker. La Haye, H.-L. Smits, 1902.

Geological Survey of Canada. *Geological map of the Dominion of Canada* (*Western Sheet*, n° 783); Edition of 1901. 1 feuille grand in-f°.

Report on the total Solar eclipse of january 21-22, 1898, *as observed at Jeur in Western India*, by Kavasji Dadabhai Naegamvala, Director of the Observatory. (Publications of the Maharaja Takhtasingji Observatory, Poona; Vol. I.) Bombay, 1902. (Offert par le Gouvernement de Bombay.)

Bulletin mensuel de l'Observatoire central de Belgrade, Vol. I, année 1902, janvier-mai, par Milan Nedelkovitch. Belgrade, Imprimerie royale, 1902; 5 fasc. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Prace matematyczno-fizyczne, t. XIII. Varsovie, 1902; 1 vol. in-4°.

Annalen der k. k. Universitäts-Sternwarte in Wien, herausgegeb. v. Edmund Weiss; Bd. XIV. XVII. Vienne, 1900, 1902; 2 vol. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. Krischtafowitsch; Vol. V, livr. 6, 7. Novo-Alexandria, 1902; 1 fasc. in-4°.

The Sun's spotted area, 1832-1900 : *a statement of the mean daily area in each synodic rotation of the Sun, based upon data collected at the Solar physics Observatory, South Kensington*, under the direction of sir Norman Lockyer. Londres, 1902; 1 fasc. in-4°.

Censo de los estados de Tlaxcala y de Queretaro, del ano 1900. Mexico, 1902; 2 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 27 octobre 1902.)

Note de M. *Moissan*, Synthèse des hydrosulfites alcalins et alcalino-terreux anhydres :

Page 652, ligne 1, *au lieu de :* un volume d'hydrogène sensiblement égal au volume d'acide sulfureux, *lisez :* un volume d'hydrogène sensiblement égal à la moitié du volume d'acide sulfureux.

(Séance du 17 novembre 1902.)

Note de M. *Bailhache*, Sur les oxalomolybdites :

Page 865, ligne 4, *au lieu de* $= [(CMoO)^2 \ldots$, *lisez* $= [(MoO)^2 \ldots$

(Séance du 1er décembre 1902.)

Note de M. *H. Baubigny*, Sur le dosage du manganèse :

Page 965, ligne 3, *au lieu de* Hugh Marshall avait indiqué, *lisez* Hugh Marshall, à propos de l'emploi des persulfates, avait indiqué....

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1902,

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Deslandres* pour remplir, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *Faye*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Deslandres** prend place parmi ses Confrères.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de l'argon, de l'oxyde de carbone et des carbures d'hydrogène dans les gaz des fumerolles du Mont Pelé à la Martinique*. Note de M. **Henri Moissan**.

« M. Lacroix ayant eu l'obligeance de nous remettre des échantillons de gaz des fumerolles du Mont Pelé, nous en avons fait une analyse aussi complète que possible.

» Ces gaz avaient été recueillis avec beaucoup de soin dans une fumerolle de la rivière Blanche après la terrible éruption du 8 mai 1902 et avant l'éruption du 30 août de la même année. Cette fumerolle laissait échapper d'abondantes émanations à température élevée. M. Lacroix nous a rapporté que des fragments de plomb placés à l'entrée de cette fumerolle fondaient avec rapidité, tandis que le zinc restait à l'état solide. Nous pouvons donc évaluer à environ 400° la température de cette fumerolle à son

point d'émergence dans l'air. Le gaz était recueilli grâce à une aspiration déterminée par un écoulement d'eau, et au moyen d'un tube de porcelaine qui plongeait au milieu de la fumerolle. Les gaz étaient noyés dans une grande quantité de vapeur d'eau, et, sur les bords de l'ouverture de la fumerolle qui s'était produite au milieu d'un conglomérat, se trouvaient en abondance du soufre et du chlorhydrate d'ammoniaque.

» Lorsque les flacons ont été remplis, on les a fermés rapidement au moyen d'un bouchon de verre très bien rodé enduit de cire blanche, procédé commode indiqué par M. Berthelot pour la conservation des gaz. M. Lacroix avait eu soin de couler de la cire liquide dans l'espace annulaire du goulot et de recouvrir le tout d'un mastic fondu qui en se solidifiant devenait très résistant.

» Les flacons ont été ouverts sur la cuve à mercure avec facilité et se sont remplis à moitié ou au tiers par suite de la diminution de pression provenant de la condensation d'un grand excès de vapeur d'eau. Les quatre échantillons d'un litre que nous avons étudiés se sont conduits de même, et, par suite de cette forte diminution de pression, nous pouvons être à peu près certains de la bonne fermeture de ces flacons.

» L'analyse qualitative de ces gaz nous a démontré qu'ils renfermaient de la vapeur d'eau, des traces de vapeur de soufre, une très petite quantité d'acide chlorhydrique, des gaz absorbables par la potasse sans hydrogène sulfuré et formés surtout d'acide carbonique, de l'oxygène, de l'azote, de l'argon et enfin des gaz combustibles ne contenant pas d'acétylène, mais riches en oxyde de carbone, en hydrogène et en méthane.

» Les quatre échantillons de gaz nous ont fourni les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Gaz absorbable par KOH...	16,80	13,58	16,42	15,38
Oxygène..................	11,60	11,11	12,14	13,67
Azote et argon............	59,20	64,10	60,53	55,65
Gaz combustibles..........	11,60	11,00	10,64	15,30

» Ces quatre échantillons renferment des gaz combustibles en quantité assez notable. Si l'on fait une étude plus approfondie de ce mélange, après l'avoir traité par la potasse pour absorber l'acide carbonique, puis par le phosphore à froid pour absorber l'oxygène, il est facile de démontrer, au moyen d'une goutte de sous-chlorure de cuivre ammoniacal, qu'il ne contient pas trace d'acétylène. M. Fouqué a déjà mentionné que, dans les éruptions des volcans de Santorin, les gaz dégagés ne renfermaient pas d'acétylène.

» Ces gaz ne contiennent pas non plus de carbures éthyléniques, car, traités par le brome avec précaution, au moyen du procédé de M. Berthelot, le volume n'a pas diminué. Il en a été de même en présence de l'acide sulfurique concentré. Enfin, la quantité d'acide carbonique fournie par la combustion dans l'eudiomètre en présence d'oxygène était, par exemple, dans une de nos analyses, de 0,2 et l'oxygène brûlé 0,8, ce qui nous indique que le méthane était accompagné d'hydrogène.

» Ces gaz combustibles renferment aussi de l'oxyde de carbone, dont nous avons démontré nettement la présence grâce à l'action exercée par ce composé sur l'hémoglobine.

» Une solution étendue de sang, agitée en effet avec un échantillon de gaz, a donné des bandes caractéristiques et n'a pas fourni la bande de Stockes par l'addition d'une petite quantité de sulfhydrate d'ammoniaque. L'oxyde de carbone a été dosé au moyen du sous-chlorure de cuivre en solution chlorhydrique après séparation des gaz absorbables par la potasse et après séparation de l'oxygène.

» Nous avons rencontré dans cet échantillon de gaz une quantité d'argon de $0^{cm^3},71$ pour 100 et, après la séparation de cet argon, qui ne renfermait pas d'hydrogène, d'après son analyse eudiométrique, nous en avons fait un tube de Plucker, qui nous a donné le spectre caractéristique de ce corps simple. Cette teneur, élevée par rapport à la quantité d'oxygène ou d'azote qui se trouve dans ce gaz, éloigne complètement l'idée d'une absorption accidentelle d'air au moment de la prise d'échantillon. Ce résidu gazeux ne nous a pas fourni le spectre de l'hélium.

» D'après ces analyses nous pouvons établir, de la façon suivante, la composition de l'échantillon de gaz n° 4 :

Eau	gaz saturé
Acide chlorhydrique	traces
Vapeur de soufre	traces
Hydrogène sulfuré	néant
Acide carbonique	15,38
Oxygène	13,67
Azote	54,94
Argon	0,71
Acétylène	néant
Éthylène	néant
Oxyde de carbone	1,60
Méthane	5,46
Hydrogène	8,12

» En résumé, les émanations gazeuses recueillies dans les fumerolles du volcan du Mont Pelé renferment, à côté des gaz que l'on a mentionnés déjà dans d'autres éruptions volcaniques ([1]), une quantité notable de gaz combustibles, hydrogène, oxyde de carbone et méthane, et de plus une certaine quantité d'argon. La teneur élevée de ces gaz en oxyde de carbone les rend très toxiques. Il n'est que trop certain que cet oxyde de carbone a dû faire un grand nombre de victimes lorsque les éruptions gazeuses du Mont Pelé ont été entraînées à la surface du sol. »

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre et les variables sans inertie.* Note de M. **P. Duhem**.

« Dans une précédente Communication ([2]) nous nous sommes proposé de démontrer, dans une certaine mesure, la réciproque du théorème de Lejeune-Dirichlet sur la stabilité de l'équilibre, en admettant que le système étudié soit affecté de viscosité. Mais notre démonstration suppose une restriction implicite : nous avons admis que l'expression de la force vive contenait les dérivées par rapport au temps de toutes les variables qui déterminent l'état du système et qui figurent dans l'énergie utilisable.

» Il en est sûrement ainsi dans la Mécanique classique, où toute variable sert à fixer la figure ou la position de quelqu'une des masses qui composent le système. Mais il n'en est plus de même dans le domaine de la Mécanique générale fondée sur la Thermodynamique; ici, la définition d'une variable qui sert à fixer l'état du système peut fort bien être indépendante de la position et de la configuration du système; alors, la dérivée par rapport au temps de cette variable ne figure pas dans l'expression de la force vive, et il en est de même de la variable; on a affaire à une *variable sans inertie;* l'action d'inertie relative à cette variable est identiquement nulle.

» Par exemple, dans une foule de questions de Mécanique chimique, on étudie les changements de densité et de composition des divers éléments de volume qui composent le système en faisant complètement abstraction de la position de ces divers éléments, soit dans l'espace, soit

---

([1]) Fouqué, *Santorin et ses éruptions*. Masson. Paris, 1879.

([2]) *Sur les conditions nécessaires pour la stabilité de l'équilibre d'un système visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 939, séance du 1er décembre 1902).

les uns par rapport aux autres; toutes les variables qui définissent le système sont alors des variables sans inertie.

» Si une variable sans inertie était en même temps sans viscosité, celle des équations d'équilibre qui correspond à cette variable serait à chaque instant vérifiée, ce qui permettrait d'éliminer cette variable des équations du mouvement; ce cas peut donc être omis; dans ce qui va suivre, nous supposerons que *toute variable sans inertie est affectée de viscosité*.

» L'exemple, tiré de la Mécanique chimique, que nous avons mentionné tout à l'heure conduirait à étudier le *mouvement d'un système défini par des variables qui sont toutes sans inertie et affectées de viscosité;* ce problème est ce que nous nommerons le *cas de la Mécanique chimique*. On peut définir un problème plus général, qui réunit le cas de la Mécanique chimique et le *cas de la Mécanique classique;* dans ce dernier problème, *l'état du système est défini par des variables à inertie dénuées de viscosité et par des variables sans inertie douées de viscosité;* en outre, *l'énergie utilisable est la somme d'une fonction des premières variables et d'une fonction des secondes*.

» L'étude du mouvement d'un tel système se scinde en deux autres : les variations dans le temps des variables à inertie dépendent d'équations différentielles du second ordre qui sont celles de la Dynamique classique; les variations des variables sans inertie dépendent d'équations du premier ordre; pour ce qui va suivre, il n'est pas utile de faire cette scission.

» La force vive est une forme définie positive des vitesses relatives aux variables à inertie; la fonction dissipative est une forme définie positive des vitesses relatives aux variables sans inertie.

» On peut choisir les variables à inertie $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_m$ et les variables sans inertie $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$ de telle sorte :

» 1° Que l'état d'équilibre corresponde à $\xi_1 = 0, \ldots, \xi_m = 9, \eta_1 = 0, \ldots, \eta_n = 0$;

» 2° Que l'on ait [1], en cet état, $\Omega = 0$;

» 3° Que l'on ait

$$\Theta = \xi_1'^2 + \ldots + \xi_m'^2 + \ldots, \qquad F = \eta_1'^2 + \ldots + \eta_n'^2 + \ldots,$$
$$\Omega = S_1 \xi_1^2 + \ldots + S_m \xi_m^2 + \sigma_1 \eta_1^2 + \ldots + \sigma_n \eta_n^2 + \ldots.$$

» Les équations du mouvement sont alors, pour les variables ξ, de la

---

[1] Nous conservons les notations de notre Note *Sur les conditions nécessaires pour la stabilité de l'équilibre des systèmes visqueux*.

forme

$$(1) \qquad S_p \xi_p + \xi''_p = 0 + \ldots,$$

et, pour les variables η, de la forme

$$(2) \qquad 2\sigma_q \eta_q + \eta'_q = 0 + \ldots.$$

» Cela posé, je dis que, *pour peu qu'un seul des coefficients* $S_1, \ldots, S_m$, $\sigma_1, \ldots, \sigma_n$ *soit négatif, l'équilibre est instable.*

» Considérons l'expression

$$(3) \qquad V = \sum_p (\xi'^2_p - S_p \xi^2_p) - \sum_q \sigma_q \eta^2_q,$$

la première $\sum$ s'étendant à tous les indices p pour lesquels S_p est négatif, la seconde à tous les indices q pour lesquels σ_q est négatif. Nous aurons

$$\frac{dV}{dt} = 2\sum_p (\xi''_p - S_p \xi_p)\xi'_p - 2\sum_q \sigma_q \eta_q \eta'_q,$$

ou bien, en vertu de (1) et (2),

$$(4) \qquad \frac{dV}{dt} = -4\sum_p S_p \xi_p \xi'_p + 4\sum_q \sigma^2_q \eta^2_q + \ldots.$$

Nous aurons ensuite

$$\frac{d^2V}{dt^2} = -4\sum_p S_p(\xi'^2_p + \xi_p \xi''_p) + 8\sum_q \sigma^2_q \eta_q \eta'_q + \ldots,$$

ou bien, selon (1) et (2),

$$(5) \qquad \frac{d^2V}{dt^2} = 4\sum_p (S^2_p \xi^2_p - S_p \xi'^2_p) - 16\sum_q \sigma^3_q \eta^2_q + \ldots.$$

» La partie explicitement écrite de $\frac{d^2V}{dt^2}$ est essentiellement positive; la démonstration du théorème énoncé s'achève comme en notre précédente Note.

» Ce théorème renferme comme cas particulier la proposition de M. Liapounoff et de M. Hadamard, dont la démonstration est ainsi rendue très simple.

» On pourrait chercher par la méthode classique des petits mouvements

les conditions nécessaires pour qu'un système visqueux soit en équilibre stable; cette méthode, d'ailleurs illégitime en principe, redonnerait précisément les résultats énoncés dans cette Note et dans la précédente. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Expériences sur la durée du pouvoir germinatif des graines conservées dans le vide.* Note de M. ÉMILE LAURENT.

« Divers auteurs, M. Muntz (1), MM. Van Tieghem et Bonnier (2), M. V. Jodin (3) et M. L. Maquenne (4) ont étudié la durée du pouvoir germinatif des graines conservées en vases clos ou dans le vide. Ces deux derniers auteurs, après M. Muntz, ont insisté avec raison sur la faible production d'anhydride carbonique par les graines suffisamment desséchées et sur la conservation de la vie chez les semences ainsi traitées.

» L'eau contenue dans les graines est-elle le seul facteur qui agisse sur leur vitalité? Ne convient-il pas d'attribuer, ce qui a été pressenti depuis longtemps, un rôle actif à l'oxygène?

» Les expériences dont je présente aujourd'hui les résultats ont été entreprises en septembre 1894 dans le but de répondre à cette dernière question. Elles portaient sur vingt-sept espèces et variétés appartenant à des familles diverses et dont les graines furent introduites dans des ampoules de verre, à l'intérieur desquelles on fit le vide avec soin au moyen de la trompe à mercure.

» Voici les espèces soumises à ces essais avec l'indication de l'année de la récolte des semences :

» Froment (*Triticum vulgare*), 1894. Seigle (*Secale cereale*), 1894. Orge à six rangs (*Hordeum hexastichon*), 1894. Avoine (*Avena sativa*), 1894. Maïs (*Zea Mais*), 1893. Poireau (*Allium Ampeloprasum* var. *Porrum*), 1892. Betterave à sucre (*Beta vulgaris*), 1894. Sarrasin argenté (*Fagopyrum esculentum*), 1893. Épinard (*Spinacia oleracea*), 1893. Spergule (*Spergula arvensis*), 1893. Pavot (*Papaver somniferum*), 1894. Cameline (*Camelina sativa*), 1893. Colza (*Brassica Napus* var. *oleifera*), 1894. Moutarde noire (*Brassica nigra*), 1893. Moutarde blanche (*Sinapis alba*), 1893. Cresson alénois (*Lepidium sativum*), 1893. Navet de

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, 1881, p. 97 et 137.

(2) *Bull. de la Soc. botanique de France*, 1882.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1349, et t. CXXIX, 1899, p. 893.

(4) *Annales agronomiques*, t. XXVI, 1900, p. 321, et *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1243.

Berlin (*Brassica campestris* var. *napifera*), 1893. Chou-rave blanc (*Brassica oleracea* var.), 1891. Chou de Milan (*Brassica oleracea* var.), 1893. Haricot princesse (*Phaseolus vulgaris*), 1893. Haricot nain d'Étampes (*Phaseolus vulgaris*)? Trèfle blanc (*Trifolium repens*), 1893. Lupin blanc (*Lupinus albus*), 1893. Cumin (*Cuminum cyminum*), 1894. Cerfeuil cultivé (*Anthriscus Cerefolium*). Mâche (*Valerianella olitoria*), 1892, 1893 et 1894. Concombre (*Cucumis sativus*), 1893.

» De chaque espèce de graines, un échantillon est gardé dans un tube à essai bouché avec un tampon de coton peu serré. Tous les tubes témoins sont conservés dans une boîte dont le fond est percé de trous pour permettre le dégagement d'anhydride carbonique émis par les graines.

» Ces tubes et les ampoules contenant les semences dans le vide sont conservés côte à côte à l'obscurité.

» Des essais de germination des graines des deux séries ont été faits en mars 1897, après 2 ans et demi, en septembre 1899, après 5 ans, et enfin, en janvier 1902, après 7 ans et 4 mois.

» En voici les résultats généraux :

» Au mois de mars 1897, les graines des espèces suivantes ont mieux germé après conservation dans le vide qu'à l'air : Poireau, Épinard, Colza, Chou-rave, Chou de Milan, Moutarde blanche, Moutarde noire, Lupin, Trèfle, Cumin, Cerfeuil, Mâche et Courge.

» La germination a été semblable dans les deux catégories, pour ces espèces : Cresson alénois, Navet, Spergule, Pavot et Haricot.

» Au contraire, les graines des espèces ci-dessous germaient mieux après conservation dans l'air : Froment, Seigle, Orge, Avoine, Maïs, Sarrasin.

» Au bout de 5 ans de conservation, le vide se montrait avantageux pour : Épinard, Colza, Chou-rave, Chou de Milan, Navet, Moutarde blanche, Moutarde noire, Cresson alénois, Lupin, Trèfle, Haricot, Mâche et Courge.

» L'absence d'air avait nui aux semences de Froment, Seigle, Orge, Avoine, Maïs, Sarrasin, Spergule et Pavot.

» Les graines de Poireau, de Cumin et de Cerfeuil étaient mortes dans l'air comme dans le vide.

» Parmi les graines qui furent mises en germination au mois de janvier dernier, après 7 ans et 4 mois, on a constaté que celles de Haricot et surtout de Chou-rave et de Trèfle germaient mieux quand elles avaient été soustraites à l'action de l'air. Toutes les semences de ces deux dernières espèces étaient mortes dans les tubes ouverts.

» Le résultat le plus net de ces essais est la preuve que les graines oléagineuses se conservent mieux dans le vide qu'au contact de l'air. C'est évident pour le Colza, le Chou, les Moutardes, le Cumin, le Cerfeuil et la Courge. Le Pavot seul fait exception : après cinq ans, ses semences avaient mieux résisté à l'air que dans le vide.

» La pratique a du reste appris depuis longtemps l'influence nuisible de l'air sur la conservation des graines à réserves huileuses, et on l'attribue, sans doute avec raison, à la rapide altération des corps gras en présence de l'oxygène.

» Parmi les graines amylacées, les unes se sont mieux gardées à l'abri de l'air : Épinard, Mâche, Trèfle, Lupin, Haricot, tandis que celles de Froment, de Seigle, d'Orge, d'Avoine, de Maïs et de Sarrasin se sont altérées plus rapidement à l'abri de l'air.

» Tout au moins pour certaines de ces espèces, ce résultat doit être attribué à l'influence toxique de l'anhydride carbonique, qui, dans les vases clos, s'exerce sur les embryons. Ce gaz se dégage en quantité d'autant plus grande que les graines sont, au moment où on les enferme, plus riches en eau, ce qui favorise l'activité respiratoire.

» Les semences des diverses céréales étudiées en septembre 1894 provenaient de la récolte de la même année et possédaient donc beaucoup d'eau. Les ampoules qui contenaient ces graines renfermaient de l'anhydride carbonique; chez celles avec Froment, la tension de ce gaz était nettement supérieure à la pression atmosphérique.

» Au contraire, dans les ampoules où l'on avait enfermé les graines restées vivantes, il n'y avait, au moment de l'ouverture, que des traces d'anhydride carbonique. C'est donc celui-ci qui a causé la mort des embryons chez les graines amylacées en question.

» Des essais faits depuis avec des graines de Froment suffisamment sèches m'ont montré que cette explication est correcte, au moins pour cette espèce.

» Les expériences de M. Maquenne sur les graines de Froment soumises à une dessiccation très forte prouvent aussi que c'est l'anhydride carbonique qui menace le plus la vitalité des embryons de cette espèce. De même, les cellules des levures conservées en ampoules de verre dans le liquide de culture y meurent beaucoup plus vite que dans les matras où elles ont été cultivées.

» Il convient donc de distinguer, dans la conservation du pouvoir germinatif des graines en atmosphère confinée, une action propre à l'oxygène et

une autre spéciale à l'anhydride carbonique. La cessation presque complète des phénomènes respiratoires chez les graines à la suite d'une dessiccation intense doit donc favoriser doublement la conservation du pouvoir germinatif.

» Un essai sur la conservation du pouvoir germinatif dans le vide a été fait en août 1895 avec des graines de *Coffea arabica*, si sensibles à l'action de l'air. J'en avais reçu 223 de M. Delpino, Directeur du Jardin botanique de Naples; 23 furent aussitôt semées en terre et germèrent sans exception. De deux lots de 100 graines, l'un fut maintenu dans des tubes à essais bouchés avec du coton; l'autre fut mis dans quatre tubes où l'on fit ensuite le vide avec soin.

» Après quatre mois de conservation, toutes les graines soustraites à l'air ont germé, tandis que les autres étaient mortes. »

M. le Général **Bassot** présente à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, l'*Annuaire pour l'an* 1903 :

« Dans ce Volume, le Tableau des monnaies étrangères a été complété par l'introduction de celles en usage au Pérou et dans l'Indo-Chine, les renseignements géographiques et statistiques contiennent les données fournies par le recensement de 1901, les éléments magnétiques ont été ramenés au 1er janvier 1903.

» Parmi les Notices, il y a lieu de signaler celle de M. Radau sur les étoiles filantes et les comètes, ainsi que celle de M. Janssen sur les travaux exécutés à l'observatoire du sommet du mont Blanc.

» Une réforme importante sera introduite dans la publication de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* à partir de 1904. Nous croyons nécessaire de l'annoncer et de la justifier :

» L'*Annuaire* a pris un tel développement dans ces dernières années par l'introduction de renseignements nouveaux qu'il ne paraît plus possible d'augmenter l'Ouvrage, dont le nombre de pages dépasse aujourd'hui le chiffre de 800, sans en rendre le maniement incommode et surtout sans entraîner des frais que le Bureau ne peut supporter.

» D'autre part, on ne peut songer à s'interdire de nouveaux progrès. Pourrait-on, pour faire aux données nouvelles la place qu'elles réclament, pratiquer de larges suppressions? On l'a tenté, quoiqu'à regret, mais non sans soulever de nombreuses réclamations, de sorte que, loin de pouvoir songer à des réductions nouvelles, nous devons plutôt chercher à rétablir ce que nous avions été forcés de supprimer.

» En présence de cette situation, le Bureau des Longitudes a dû adopter une

solution qui paraît devoir concilier tous les intérêts. Parmi les renseignements qu'il publie, les uns ont un caractère variable et doivent nécessairement être réimprimés chaque année; les autres ont, au contraire, un caractère permanent, et il n'y aurait aucun inconvenient à ne les insérer que tous les 2 ans.

» Le principe du roulement une fois admis, il restait à en régler l'application : le Bureau a cherché à s'inspirer de l'intérêt du lecteur et à conserver le plus possible au recueil son ancien caractère. Il a voulu d'abord que le lecteur fût certain de trouver le renseignement qu'il cherche, pourvu qu'il eût sous la main deux Annuaires consécutifs, et ensuite qu'il ne pût jamais hésiter pour savoir quel est celui des deux Volumes qu'il doit consulter.

» Pour cela, il fallait que le roulement fût régulier et que la loi en fût simple et facile à énoncer. Toutes les considérations de détail devaient céder devant cette nécessité.

» La nature des données facilitait d'ailleurs cette répartition.

» L'Annuaire (en laissant toujours de côté les Notices) se divise en trois Parties. Partie astronomique, Partie physique, Partie géographique et statistique.

» La première est la seule qui contienne des données d'un caractère rapidement variable; d'un autre côté, c'est la plus importante, et elle doit conserver chaque année dans l'Annuaire la place qu'elle occupait jusqu'ici. Elle comprendra 212 pages de renseignements qui seront réimprimés chaque année, soit à cause de leur importance, soit à cause de leur caractère variable, et 118 pages de Tableaux soumis à un roulement bisannuel. Ainsi la Partie astronomique sera chaque année de 330 pages environ comme par le passé, et cependant le lecteur, en consultant deux Annuaires consécutifs, disposera de 448 pages de renseignements distincts.

» Pour les deux autres Parties, le Bureau a décidé de les faire alterner en imprimant la Partie physique (constantes physiques et chimiques) les années paires, et la Partie statistique (géographie, statistique, poids et mesures, monnaies, amortissement, mortalité, etc.) les années impaires. Cette loi étant simple et facile à retenir, le lecteur saura toujours, sans hésitation, quel est le Volume qu'il doit ouvrir.

» Grâce à ce roulement, ces deux Parties pourront être considérablement développées et portées de 156 ou 172 pages à 280 ou 300. Ainsi, sans que le Volume annuel ait augmenté, le lecteur disposera de 1028 pages de renseignements au lieu de 656.

» En résumé :

» 1° A partir de l'*Annuaire de* 1904 INCLUSIVEMENT, *les renseignements fournis par l' « Annuaire du Bureau des Longitudes » seront publiés, les uns tous les ans, les autres tous les deux ans,* de telle sorte qu'un lecteur possédant deux Volumes consécutifs soit certain d'y trouver le renseignement qu'il cherche.

» 2° Chaque Annuaire contiendra environ 330 pages de *données astronomiques qui seront publiées, les unes tous les ans, les autres tous les deux ans.*

» 3° *Les données physiques seront imprimées dans les Annuaires de millésime pair.*

» 4° *Les données statistiques et géographiques seront imprimées dans les Annuaires de millésime impair.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delaurier** adresse une Note ayant pour titre : « Recherches sur la navigation aérienne ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

MM. **B. Brunhes** et **P. David** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Étude des anomalies du champ magnétique terrestre sur le Puy de Dôme ».

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Mascart.)

M. **Girod** adresse un Mémoire « Sur une méthode de transposition en musique ».

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage, en trois Volumes, ayant pour titre : « La Mécanique à l'Exposition de 1900 ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

2° Les Cahiers 16 et 17 du Service géographique de l'armée intitulés : « Matériaux d'étude topologique pour l'Algérie et la Tunisie (3e série) et Rapport sur les travaux exécutés en 1901 ». (Présentés par M. le général Bassot.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Perturbations indépendantes de l'excentricité.* Note de M. JEAN MASCART, présentée par M. Lœwy.

« Nous avons montré, précédemment ([1]), sous quelle forme se présentent les perturbations des petites planètes par Jupiter, lorsqu'on effectue des approximations successives dans les équations différentielles des coordonnées elles-mêmes. Alors, si a et r sont le demi-grand axe et la distance au Soleil de la planète, il est commode d'introduire dans les équations la quantité ρ, définie par la relation $\rho = \frac{a}{1+r}$, et d'étudier la quantité ρ, définie en fonction de θ, élongation de la planète troublée par rapport à Jupiter, planète troublante. La quantité ρ est de l'ordre de l'excentricité de l'orbite, et le calcul de $\rho - \rho^2 + \rho^3$, en se bornant aux termes du troisième degré par rapport à l'excentricité, permet d'obtenir la courbe décrite par la planète dans un système d'axes mobiles dont l'origine décrit uniformément un cercle de rayon a.

» La connaissance de ces courbes est du plus haut intérêt pour la nature des perturbations : ici nous allons nous borner à indiquer les valeurs numériques des premiers termes

$$\rho - \rho^2 + \rho^3 = \sum_{n=0}^{n=21} \mathrm{M}_n \cos n\theta,$$

qui ont été calculés, à 6 chiffres, pour cinquante-trois valeurs réparties tout le long de l'anneau. Ces perturbations sont celles qui sont indépendantes de l'excentricité, ou valables principalement pour une très faible valeur de l'excentricité.

» Nous n'insisterons pas davantage pour le moment : nous donnons seulement les huit premiers coefficients, et l'on peut voir combien ils varient peu, près de Jupiter, et d'une façon très rapide sitôt que l'on a dépassé la grande lacune de commensurabilité 2. Ainsi, pour $a = 4,2$, on a $\mathrm{M}_0 = -0,004$ et la valeur de M_{16} est encore sensible, 0,000 005, tandis que pour $a = 2,11$ on a $\mathrm{M}_0 = 0,001$, mais déjà $\mathrm{M}_5 = 0,000\,001$. Ces coefficients permettent d'indiquer les perturbations par les courbes décrites

([1]) *Comptes rendus*, 17 février 1902.

K.	a.	$10^6 M_0$.	$10^6 M_1$.	$10^6 M_2$.	$10^6 M_3$.	$10^6 M_4$.	$10^6 M_5$.	$10^6 M_6$.	$10^6 M_7$.	$10^6 M_8$.
11 : 3 = 3,667....	4,206	−3912	−4115	− 8689	13838	17415	2839	2743	2984	− 1057,6
7 : 2 = 3,500....	4,156	−4666	−3817	− 8537	15788	12532	1994	1824	2370	− 325,4
10 : 3 = 3,333....	4,100	−4524	−2910	− 8032	19759	5896	1266	806,6	1681	+ 180,6
13 : 4 = 3,250....	4,070	−3575	−2639	− 7718	23993	4848	853,7	110,6	1548	+ 250,1
3 ...	3,969	Discontinuité.								$10^9 M_8$.
11 : 4 = 2,750....	3,845	−4739	−2185	− 7030	12220	1496	799,5	32,49	92,20	− 65116
8 : 3 = 2,667....	3,802	−4397	−1967	− 7062	8062	1494	125,4	188,61	112,97	− 29884
13 : 5 = 2,600....	3,763	−4340	−1690	− 7124	5996	997,0	148,2	212,09	112,09	− 15626
3 : 2 = 2,500....	3,700	−4136	−1612	− 7335	4062	746,4	146,3	189,69	98,34	− 4308
12 : 5 = 2,400....	3,631	−3872	−1129	− 7805	2816	742,9	126,6	165,76	80,35	+ 2069
7 : 3 = 2,333....	3,581	−3671	−1315	− 8352	2223	424,4	109,6	143,31	68,56	+ 4203
9 : 4 = 2,250....	3,515	−3339	−1181	− 9574	2166	282,4	71,64	111,47	53,93	+ 5036
11 : 5 = 2,200....	3,472	−3178	−1113	−10878	1393	185,5	71,86	102,62	49,14	+ 6843
13 : 6 = 2,167....	3,442	−3005	−1066	−12222	1231	105,3	61,81	94,56	45,16	+ 7602
15 : 7 = 2,142....	3,420	−2841	−1040	−13693	1134	26,13	52,19	89,53	43,12	+ 8392
2 ...	3,276	Discontinuité.				$10^8 M_4$.	$10^9 M_5$.	$10^9 M_6$.	$10^9 M_7$.	$10^{12} M_8$.
17 : 9 = 1,889....	3,146	−2225	− 631,3	+12391	475,7	−11506	15444	17683	5821	−3706000
15 : 8 = 1,875....	3,129	−2382	− 621,4	+ 8592	447,0	− 163,2	22290	15800	6677	−2553000
13 : 7 = 1,858....	3,106	−2394	− 603,9	+ 7004	415,1	+ 2934,2	23759	15332	6464	−1970000
11 : 6 = 1,833....	3,075	−2372	− 579,6	+ 5630	376,3	+ 4326,8	23811	14418	6068	−1452000
9 : 5 = 1,800....	3,029	−2313	− 544,6	+ 4273	327,4	+ 5548,3	22542	12768	5359	− 970500
16 : 9 = 1,778....	2,997	−2266	− 518,9	+ 3609	297,6	+ 5617,1	21253	11659	4860	− 746800
7 : 4 = 1,750....	2,956	−2200	− 492,4	+ 2959	264,0	+ 5424,6	19398	10618	4243	− 535900
19 : 11 = 1,728....	2,922	−2143	− 669,1	+ 2525	238,7	+ 5120,2	17799	9070	3762	− 415200
12 : 7 = 1,714....	2,901	−2100	− 455,9	+ 2315	225,2	+ 5153,5	16889	8491	3987	− 359000
17 : 10 = 1,700....	2,879	−2073	− 441,6	+ 2106	211,0	+ 4698,0	15910	7977	3222	− 303900
5 : 3 = 1,667....	2,823	−1986	− 408,3	+ 1698	180,6	+ 4138,1	13634	6614	2627	− 205900
18 : 11 = 1,637....	2,771	−1905	− 379,0	+ 1401	165,9	+ 3627,7	11694	5473	2154	− 143100
13 : 8 = 1,625....	2,751	−1875	− 368,1	+ 1307	147,4	+ 3441,8	11019	5128	1991	− 125000
21 : 13 = 1,615....	2,733	−1851	− 359,0	+ 1230	140,4	+ 3286,4	10461	4816	1988	− 111100
8 : 5 = 1,600....	2,704	−1807	− 344,4	+ 1118	129,9	+ 3045,1	9600	4352	1665	− 91540
19 : 12 = 1,583....	2,673	−1763	− 329,3	+ 1108	119,3	+ 2795,0	8724	3883	1470	− 74560
11 : 7 = 1,571....	2,650	−1731	− 318,6	+ 935,7	111,8	+ 2623,1	8099	3581	1342	− 63000
14 : 9 = 1,555....	2,618	−1689	− 304,4	+ 847,6	102,5	+ 2414,1	7363	3182	1182	− 52120
17 : 11 = 1,545....	2,597	−1661	− 295,4	+ 795,6	97,08	+ 2269,5	6905	2894	1067	− 45020
20 : 13 = 1,539....	2,583	−1643	− 289,3	+ 761,5	93,28	+ 2179,0	6601	2799	1099	− 41460
23 : 15 = 1,533....	2,572	−1629	− 285,1	+ 737,1	90,56	+ 2114,3	6381	2690	983,1	− 38690
3 : 2 = 1,500....	2,500	−1539	− 256,7	+ 596,8	74,88	+ 1724,2	5080	1935	733,1	− 24370
25 : 17 = 1,470....	2,433	−1460	− 232,7	+ 493,1	62,30	+ 1421,1	4089	1598	592,2	− 15850
22 : 15 = 1,467....	2,424	−1449	− 229,6	+ 480,6	60,78	+ 1383,6	4162	1543	533,6	− 15000
19 : 13 = 1,461....	2,411	−1436	− 225,3	+ 464,6	58,83	+ 1335,4	3817	1472	507,2	− 13830
16 : 11 = 1,454....	2,395	−1417	− 220,0	+ 443,5	56,43	+ 1271,8	3717	1382	472,6	− 12430
13 : 9 = 1,444....	2,370	−1390	− 212,0	+ 414,5	52,62	+ 1183,1	3331	1257	445,2	− 10650
23 : 16 = 1,438....	2,353	−1371	− 206,7	+ 395,6	50,25	+ 1124,3	3147	1176	395,6	− 9506
10 : 7 = 1,429....	2,331	−1347	− 199,9	+ 372,2	47,23	+ 1052,6	2920	1078	359,3	− 8231
17 : 12 = 1,417....	2,300	−1315	− 191,0	+ 342,9	43,57	+ 961,1	2637	956,7	315,0	− 6767
7 : 5 = 1,400....	2,256	−1270	− 178,7	+ 305,2	38,17	+ 842,6	2345	804,1	260,0	− 5098
18 : 53 = 1,384....	2,214	−1229	− 167,7	+ 273,1	34,53	+ 741,4	1970	680,7	216,1	− 3889
11 : 8 = 1,375....	2,187	−1203	− 160,9	+ 254,5	32,08	+ 684,0	1795	610,8	192,1	− 3246
15 : 11 = 1,363....	2,155	−1172	− 153,0	+ 233,1	29,38	+ 619,0	1525	535,5	165,7	− 2634
19 : 14 = 1,358....	2,136	−1155	− 148,7	+ 222,8	27,92	+ 586,9	1501	463,9	152,0	− 2319
23 : 17 = 1,352....	2,123	−1144	− 145,9	+ 215,7	26,97	+ 562,1	1437	471,2	143,7	− 2151
31 : 23 = 1,347....	2,108	−1130	− 142,3	+ 207,3	25,85	+ 536,2	1287	442,5	140,7	− 1943

autour de l'origine : près de Jupiter on a une courbe à 6 boucles; bientôt entre les deux grandes lacunes 3 et 2, une courbe à 4 boucles; bientôt après la lacune une courbe à 2 boucles, puis, assez loin, une courbe elliptique qui entoure l'origine. Ces transitions et les points d'inflexion possibles seront ultérieurement indiqués.

» En se reportant à nos précédentes notations, on reconnaît que le terme M_0, indépendant de p, q et θ, s'introduit comme facteur de $\cos^2\theta + \sin^2\theta$ et provient des formes suivantes :

$$\delta p \cos k\theta + \delta q \sin k\theta, \qquad \frac{\delta p^2 - \delta q^2}{2}, \qquad \frac{\delta p^2 - \delta q^2}{2}\cos 2k\theta + \delta p\, \delta q \sin 2k\theta.$$

La forme de δp et δq indique assez que les termes M_1 à M_{21} proviennent des mêmes formes et de celles-là seules. Si n et n' sont les moyens mouvements de la planète et de Jupiter, la première colonne de notre Tableau donne le rapport de commensurabilité $\frac{n}{n-n'} = k$, et sa valeur numérique, la seconde la valeur correspondante de l'axe a.

» Nous compléterons ailleurs par les termes moins essentiels, et nous montrerons l'importance relative de ces perturbations dont on peut ainsi suivre les variations d'un bord à l'autre de l'anneau. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini (1902 d), faites à l'Observatoire de Besançon avec l'équatorial coudé.* Note de M. P. Chofardet, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1902.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	Δ en Æ.	Δ en ℘.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Décembre 9.....	*a*	16.20.27	−0.11,39	− 4.47,0	9:6
9.....	*a*	16.51.57	−0.11,87	− 5. 0,0	9:6
10.....	*b*	16. 0.12	−1. 8,84	− 0.37,8	12:9
11.....	*c*	17. 9.21	+1.39,50	− 4.40,9	12:9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1902,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a........	Munich$_2$, 1821	7.15.36,39	+4,40	91. 1.26,8	+13,5
b........	Munich$_1$, 2482	7.16.10,62	+4,43	90.47.25,6	+13,8
c........	Munich$_2$, 1806	7.12.56,35	+4,46	90.40.46,9	+13,7

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1902.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Décembre 9..........	7.15.29,40	$\bar{1}$,353	90.56.53,3	$0,816_n$
9..........	7.15.28,92	$\bar{1}$,429	90.56.40,3	$0,816_n$
10..........	7.15. 6,21	$\bar{1}$,304	90.47. 1,6	$0,815_n$
11..........	7.14.40,31	$\bar{1}$,478	90.36.19,7	$0,814_n$

» La comète a l'aspect d'une petite nébuleuse, ronde, de 12ᵉ grandeur; son diamètre apparent est d'environ 45″. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, du type hyperbolique, à plus de deux variables indépendantes.* Note de M. **R. d'Adhémar**, présentée par M. Émile Picard.

« Soit

$$\Delta^{p,1} u = \sum_{1}^{p} \frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \mathrm{F}(x_i, t).$$

» 1. Il se pose *deux* problèmes d'intégration suivant que les données, u et sa dérivée conormale [1], sont portées par une variété à p dimensions *intérieure* ou *extérieure* à un cône

$$(\Lambda_0) \qquad \sum_{1}^{p} (x - x_0)^2 = (t - t_0)^2.$$

» Nous les appellerons *Pr.* I et *Pr.* E.

» M. Volterra a donné la solution [2] du *Pr.* E pour $\Delta^{2,1} = \mathrm{F}$.

» Généralisant la méthode du savant professeur de l'Université de Rome, M. Tedone a donné la solution [3] du *Pr.* E pour $\Delta^{2n,1} = \mathrm{F}$, mais rien n'a été fait pour le *Pr.* E pour $\Delta^{2n+1,1} = \mathrm{F}$.

» J'ai obtenu l'intégrale pour le *Pr.* E pour $\Delta^{3,1} = \mathrm{F}$, ou

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \mathrm{F}(x, y, z, t)$$

---

(1) *Comptes rendus*, 11 février 1901. Note de l'auteur.

(2) *Acta mathematica*, t. XVIII, 1894.

(3) *Annali di Matematica*, série III, t. I, p. 19. Milan, 1898.

par un procédé assez nettement différent de celui de M. Volterra.

» Je résume ici ma méthode.

» Pour obtenir $u(x_0, y_0, z_0, t_0)$, je considère le cône Λ^0 et le plan T^0

$$t - t_0 = 0.$$

» La surface des données S est analogue, au point de vue de l'*Analysis situs*, à un cylindre à génératrices parallèles à l'axe Ot. S est coupée par Λ suivant une courbe supérieure C'' (variété à deux dimensions) et une courbe inférieure C'; et par T suivant une courbe C. Soit (T) la portion de T intérieure à C; soient (Λ'') et (Λ') les portions supérieure et inférieure de l'aire de Λ (variété à trois dimensions); soient (S'') et (S') les portions supérieure et inférieure de l'aire de S; soient W'' et W' les volumes supérieur et inférieur (variétés à quatre dimensions).

» On a, d'aprés la *formule modifiée de Green* (¹), ayant posé

$$V'' = \frac{r - (t - t_0)}{r}, \qquad r^2 = \sum_1^3 (x - x_0)^2,$$
$$V' = \frac{r + (t - t_0)}{r},$$

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\int_{W''_4} V'' F\, d\tau + \int_{W'_4} V' F\, d\tau - \int_{(S''_3)} V'' \frac{du}{dN} d\omega - \int_{(S'_3)} V' \frac{du}{dN} d\omega \\ &\quad = 2\int_{(T_3)} \frac{1}{r} u\, dx\, dy\, dz. \end{aligned} \right.$$

» *Dérivant deux fois* par rapport à t_0,

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} &\int_{(\Lambda'')+(\Lambda')} \frac{1}{r} F\, dx\, dy\, dz - \int_{C''_2 + C'_2} \frac{1}{r} \frac{du}{dN} \frac{dl}{\sin(N, t)} \\ &\quad = 2\int_{(T_3)} \frac{1}{r} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) dx\, dy\, dz \\ &\qquad - 2\int_{C_2} \frac{1}{r} \left[\frac{1}{\sin(N, t)} \frac{du}{dN} + \cot(N, t) \frac{\partial u}{\partial t} \right] dl. \end{aligned} \right.$$

» Or, $\alpha, \beta, \gamma, \theta$ étant les cosinus de la *normale extérieure* à S, puisque $\cos(N, t) = -\theta$, on a, dans la dernière intégrale,

$$\frac{1}{r} \frac{1}{\sin(N, t)} \left(\alpha \frac{\partial u}{\partial x} + \beta \frac{\partial u}{\partial y} + \gamma \frac{\partial u}{\partial z} \right) = \frac{1}{r} \frac{du}{d\nu};$$

(¹) Pour ceci et la notation $\dfrac{du}{dN}$, voir ma Note citée.

ν étant l'intersection avec T de la variété à deux dimensions, normale à C. Nous avons alors, dans le plan T, c'est-à-dire *dans l'espace ordinaire*, à appliquer la *formule classique de Green*, et l'on voit que le second membre de (2) est :

$$8\pi(x_0, y_0, z_0, t_0).$$

» J'ai supposé que l'on a, sur S, $u = 0$, pour simplifier l'exposition.

» 2. Il faut bien remarquer que les *données* qui figurent dans l'expression de $u\,(x_0, y_0, z_0, t_0)$ ne sont pas toutes indépendantes. Ainsi, revenons au *Problème extérieur* pour $\Delta^{2,1}$; M. Volterra a montré l'existence d'une *condition* relative à tous les points du volume d'intégration.

» J'établis l'existence d'une *autre condition* relative seulement à tous les points de la surface d'intégration.

» Supposons que S soit un cylindre vertical, et que l'on ait $F \equiv 0$ et $u = 0$ sur S et, en plus, que l'on donne, sur S,

$$\frac{du}{dN} = f(\alpha),$$

α étant l'angle polaire de la section droite Γ de S.

» La condition de M. Volterra devient

$$\int_0^{2\pi} f(\alpha)\,d\alpha = 0.$$

» Ma condition devient

$$\int_0^{\pi} [f(\alpha + h) + f(2\pi - \alpha + h)] \log\cos\frac{\alpha}{2}\,d\alpha = 0$$

(quel que soit h entre 0 et 2π) *avec la précédente*, en plus.

» La présence de ces *conditions*, qui ont leurs analogues pour $\Delta^{3,1}$, entraîne les plus grandes difficultés pour la discussion complète du *Problème extérieur*.

» J'aurai à y revenir comme sur certaines questions de convergence des intégrales à la frontière dans le *Problème intérieur*. On doit exclure certaines formes pour la surface portant les données. »

ÉLECTRICITÉ. — *Procédé de séparation électrique de la partie metallique d'un minerai de sa gangue.* Note de M. **D. Negreano**, présentée par M. Lippmann.

« I. L'expérience suivante m'a conduit à l'étude d'un procédé de séparation de la partie métallique d'un minerai de sa gangue.

» On coupe dans une plaque métallique un disque central, et l'on réunit, à l'aide des fils métalliques, la plaque et le disque aux deux pôles d'une machine Whimshurst. Si l'on projette ensuite sur le système, à l'aide d'un soufflet, un mélange pulvérulent de soufre et minium, de façon que le mélange traverse avec frottement les trous très fins d'un disque en bois, on constate que, si le soufre, par exemple, se dépose sur la plaque métallique, le minium sera déposé sur le disque central. Les colorations jaune du soufre et rouge du minium permettent d'observer facilement cette séparation.

» La cause de cette séparation est l'électrisation différente du soufre et du minium et le dépôt de ces substances sur les parties métalliques électrisées en sens inverse par la machine.

» II. Des expériences analogues ont été faites avec des minerais métallifères réduits en poudre. Je donnerai quelques exemples :

» Réduisant en poudre fine *une roche siliceuse avec des imprégnations de malachite et d'oxydes de fer et de cuivre,* on constate la séparation de la partie métallique de la gangue siliceuse.

» Avec une *roche quartzeuse contenant de la limonite,* on observe facilement d'un côté la gangue, de l'autre côté la limonite reconnaissable à sa couleur jaune brun.

» Opérant sur un *minerai de lignite avec riches imprégnations de pyrite,* on peut, de même, séparer la lignite de la partie métallique.

» III. Ce procédé de séparation serait peut-être applicable à l'extraction de l'or de sa gangue. Je n'ai pas eu malheureusement à ma disposition des quantités suffisantes de sable aurifère pour essayer l'expérience. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le fluorure d'aluminium.* Note de M. **E. Baud**.

« Les dérivés fluorés de l'aluminium ont été assez peu étudiés depuis Sainte-Claire Deville, ce qui doit être attribué sans doute aux difficultés de leur analyse.

» Je me suis proposé d'apporter quelques nouvelles données relatives à ces corps, et principalement de déterminer la chaleur de formation du fluorure d'aluminium et de la cryolithe ordinaire.

» *Fluorure d'aluminium hydraté.* — En suivant le procédé indiqué par Sainte-Claire Deville, c'est-à-dire en dissolvant l'alumine dans l'acide fluorhydrique ou dans l'acide fluosilicique et évaporant au bain-marie, je n'ai pu obtenir que du fluorure hydraté insoluble ou très incomplètement soluble.

» Il en a été de même en concentrant la solution à froid, sous cloche, en présence d'anhydride phosphorique.

» Mais, lorsqu'on ajoute à une solution concentrée et neutre d'alumine dans l'acide fluorhydrique deux fois son volume d'alcool absolu, il se précipite une masse gommeuse d'abord très fluide, puis épaississant rapidement et prenant enfin, au bout de quelques minutes, une texture cristalline.

» Ce produit séché sur plaque poreuse a pour composition $Al^2F^6, 7H^2O$, et il est facilement soluble (1). C'est le meilleur procédé pour avoir ce composé pur et soluble. Sa chaleur de dissolution dans l'eau vers $+15^\circ$ est égale à $+3^{Cal}$.

» La dissolution est acide au tournesol et neutre à l'hélianthine. On peut donc, au moyen de cet indicateur, doser l'acide fluorhydrique libre en présence du fluorure d'aluminium. Le fluorure hydraté insoluble dans l'eau a la même composition $Al^2F^6, 7H^2O$. Il est un peu soluble dans l'acide fluorhydrique à 19 pour 100.

» Sa chaleur de dissolution dans cet acide est de $+9^{Cal},88$, tandis que le fluorure soluble en se dissolvant dans le même acide dégage $+9^{Cal},88$. La différence $+1^{Cal},00$ correspond à la transformation du fluorure soluble en fluorure insoluble, due à une polymérisation ou une modification isomérique.

» *Déshydratation du fluorure hydraté.* — La stabilité de cet hydrate, soluble ou non, est comparable à celle du chlorure $Al^2Cl^6, 12H^2O$.

» Maintenu sous cloche en présence d'anhydride phosphorique, il est resté inaltéré. Je l'ai alors chauffé au bain d'huile dans un courant d'hydrogène.

» Il ne se produit rien avant 100°; il se dégage environ $4H^2O$ entre 110° et 120°, $1H^2O$ entre 150° et 170°, $1H^2O$ entre 210° et 250°.

» Ceci montre déjà que ces différentes molécules d'eau ne sont pas fixées avec la même énergie et qu'il existe, par conséquent, plusieurs hydrates.

» Le produit restant a pour composition Al^2F^6, H^2O; il ne se décompose qu'au rouge vif.

» Lorsqu'on le chauffe dans un courant d'hydrogène, il se sublime du fluorure anhydre très bien cristallisé; mais le rendement est très mauvais, car il y a dégagement d'acide fluorhydrique et formation d'un oxyfluorure.

» Ce fluorure anhydre, décrit par Sainte-Claire Deville, est insoluble dans tous les dissolvants et même dans l'acide fluorhydrique concentré.

---

(1) J'ai dosé l'alumine en chauffant un poids connu de ce corps, dans une capsule de platine, avec un excès d'acide sulfurique jusqu'à départ complet de l'acide fluorhydrique, reprenant par l'eau et précipitant par l'ammoniaque.

» Pour déterminer la chaleur de formation de ce corps avec les données thermiques connues, il manque un nombre essentiel : la chaleur de dissolution du florure anhydre ou sa chaleur d'hydratation, quantités impossibles à mesurer rigoureusement.

» J'ai pu cependant évaluer d'une façon approchée la chaleur d'hydratation, en partant du composé Al^2F^6, H^2O.

» Celui-ci est insoluble dans l'eau, mais un peu soluble dans l'acide fluorhydrique à 19 pour 100.

» Sa chaleur de dissolution dans ce véhicule est de $+51^{Cal},15$ vers 15°, tandis que dans les mêmes conditions l'hydrate insoluble $Al^2F^6, 7H^2O$ dégage seulement $+8^{Cal},88$, comme je l'ai dit précédemment.

» Si l'on admet que ces deux corps, insolubles dans l'eau, sont dans un même état de condensation moléculaire, la différence : $42^{Cal},27$, représente la chaleur de fixation de $6H^2O$ sur Al^2F^6, H^2O, soit $+7^{Cal},45$ pour chaque H^2O en moyenne.

$Al^2F^6, H^2O + 6H^2O$ liq. $=$ $Al^2F^6, 7H^2O$ insoluble...... $+42^{Cal},27$
$Al^2F^6, H^2O + 6H^2O$ liq. $=$ $Al^2F^6, 7H^2O$ soluble .... $+41^{Cal},27$

» La fixation de la première molécule d'eau est celle qui doit dégager le plus de chaleur.

» Étant données, d'une part, les analogies thermiques entre les hydrates et les composés ammoniés et particulièrement entre $Al^2Cl^6, 12H^2O$ et $Al^2Cl^6, 12AzH^3$; d'autre part, la stabilité de l'hydrate $Al^2F^6, 7H^2O$, comparable à celle de $Al^2Cl^6, 12H^2O$, on peut admettre, sans risquer de commettre une grosse erreur, que la chaleur de fixation de la première molécule d'eau gazeuse sur Al^2F^6 est la même que celle des premières molécules d'ammoniac sur Al^2Cl^6, c'est-à-dire $+33^{Cal},33$:

Al^2F^6 sol. $+ H^2O$ gaz. $= Al^2F^6, H^2O$ sol .... $+33^{Cal},33$
Al^2F^6 sol. $+ H^2O$ liq. $= Al^2F^6, H^2O$ sol .... $+23^{Cal},68$

» Connaissant déjà la chaleur de fixation de $6H^2O$ liq., qui est de $+42^{Cal},27$ ou $+41^{Cal},27$, celle de $7H^2O$ liq. sera égale à $+65^{Cal},95$ ou $+64^{Cal},95$:

Al^2F^6 sol. $+ 7H^2O$ liq. $= Al^2F^6, 7H^2O$ sol. { insoluble..... $+65^{Cal},95$; soluble....... $+64^{Cal},95$ }

» Avec cette donnée nouvelle et la chaleur de dissolution de $Al^2F^6, 7H^2O$ jointes aux nombres déjà connus, on peut calculer la chaleur de formation du fluorure d'aluminium anhydre au moyen des deux cycles suivants :

	Cal
1° $H^6 + O^3 = 3H^2O$ liq	$+207,00$
$Al^2 + F^6 = Al^2F^6$ sol	x
Al^2F^6 sol. $+ 7H^2O$ liq. $= Al^2F^6, 7H^2O$ solide (soluble).	$+64,95$
$Al^2F^6, 7H^2O$ sol. $+ nH^2O = Al^2F^6, 7H^2O$ dissous......	$-3,33$
2° $Al^2 + O^3 + nH^2O = Al^2O^3nH^2O$....................	$+395,60$
$F^6 + H^6 + nH^2O = 6HF$ dissous	$+301,80$
$Al^2O^3, nH^2O + 6HF$ dissous $= Al^2F^6, 7H^2O$ dissous...	$+70,20$

d'où

$$x = 498^{Cal},98.$$

» C'est le nombre le plus élevé obtenu avec l'aluminium et les halogènes :

		Cal
Al^2 +	F^6	499,0
	Cl^6	323,6
	Br^6	265,9
	I^6	181,4

» Il est vrai qu'il existe une incertitude pour le nombre 23,68 correspondant à la première molécule d'eau fixée sur le fluorure, mais il est certainement assez approché à quelques unités près et, par suite, il n'y a à redouter, pour le nombre 499, qu'une incertitude de quelques centièmes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de bore sur le gaz ammoniac.* Note de M. A. JOANNIS.

« L'action du chlorure de bore sur le gaz ammoniac a été l'objet de diverses recherches : Berzélius indique qu'il se forme le composé

$$2BoCl^3, 3AzH^3;$$

Martius, en chauffant fortement le produit obtenu, a constaté qu'il se transforme en azoture de bore; M. Besson, en opérant à 8°, a constaté que 2^{mol} de chlorure de bore absorbaient 9^{mol} d'ammoniac et en a conclu qu'il se formait le composé $2BoCl^3, 9AzH^3$.

» Devant ces divergences, j'ai repris la question et constaté que la matière n'a pas une composition constante, sans doute à cause de la chaleur dégagée qui altère, plus ou moins, le produit formé d'abord. Pour éviter cette complication j'ai dirigé, dans de l'ammoniac liquéfié et maintenu entre −50° et −70°, un courant lent d'hydrogène sec passant sur du chlorure de bore, maintenu lui-même vers 0°. Dans ces conditions, l'hydrogène n'entraîne que peu de vapeurs de chlorure de bore et, grâce à la présence du gaz ammoniac liquéfié et froid, la température reste très basse. Quand tout le chlorure de bore a disparu, on met le tube qui contient le produit blanc et l'excès d'ammoniac liquide dans un bain de chlorure de méthyle à −23°, puis on le relie à un manomètre et à un tube de dégagement fermé par un robinet; on laisse alors partir tout l'ammoniac qui peut se dégager sous la pression atmosphérique à cette température. On se débarrasse ainsi de

l'excès d'ammoniac liquide qu'on a dû employer. A ce moment, 1^{mol} de chlorure de bore a fixé 15^{mol} d'ammoniac. Quand aucune bulle de gaz ne se dégage plus à $-23°$, on place l'appareil dans la glace, à $0°$, et on laisse sortir de l'ammoniac en déterminant, après chaque expulsion de gaz, la tension fixe qui s'établit après quelques minutes; cette tension est de 1041^{mm} à $0°$ et se maintient à cette valeur jusqu'à ce que l'on ait enlevé, pour 1^{mol} de chlorure de bore, 9^{mol} d'ammoniac (trouvé dans une expérience : $8^{mol},985$ au lieu de 9^{mol}). Cette tension constante est la tension de dissociation du chlorure d'ammonium ammoniacal $AzH^4Cl, 3AzH^3$, découvert par M. Troost. Les 9^{mol} d'ammoniac qui se dégagent entre $-23°$ et $0°$ montrent qu'il s'est formé 3^{mol} de ce chlorure ammoniacal. Tout le chlore du chlorure de bore se trouve donc à l'état de chlorure d'ammonium.

» Pendant l'action du chlorure de bore sur l'ammoniac, on constate qu'il ne se dégage aucun gaz, ni hydrogène, ni azote, en faisant deux expériences, l'une dans un courant d'air sec pour entraîner les vapeurs de chlorure de bore, l'autre dans un courant d'hydrogène. Par conséquent, aux trois groupes AzH^4 qui se sont unis aux 3^{at} de chlore correspondent, par compensation, trois groupes amidogènes AzH^2 qui se sont unis à l'atome de bore. C'est d'ailleurs ce que confirment : 1° l'augmentation de poids de la matière; 2° l'action de l'eau sur la matière, qui se transforme lentement, sans dégagement de gaz, en 1^{mol} d'acide borique et 3^{mol} d'ammoniaque comme l'indique l'analyse du liquide.

» Il s'est donc formé du chlorure d'ammonium et de l'amidure de bore. On a à $-23°$:

$$BoCl^3 + 15AzH^3 = 3(AzH^4Cl, 3AzH^3) + Bo(AzH^2)^3,$$

et à $0°$:

$$BoCl^3 + 6AzH^3 = 3AzH^4Cl + Bo(AzH^2)^3.$$

» On n'obtient, d'ailleurs, ce résultat que quand on a évité avec soin toute élévation de température. Une fois ce but atteint, si on laisse la température s'élever, de l'ammoniac se dégage lentement sans que l'on ait pu mettre en évidence de tension fixe, soit qu'il n'y en ait pas, soit que la tension de dissociation soit trop longue à s'établir. Entre $0°$ et $440°$, il sort $1^{mol},5$ d'ammoniac pour 1^{mol} d'amidure de bore, de sorte que l'on peut représenter ainsi la réaction

$$2Bo(AzH^2)^3 = Bo^2(AzH)^3 + 3AzH^3.$$

» Cette décomposition est lente. C'est à la présence de cet imidure de bore dans les produits de la réaction, lorsqu'on n'a pas évité toute élévation de température, que sont dus les résultats irréguliers que l'on trouve

pour le poids d'ammoniac absorbé par un poids donné de chlorure de bore, quand on laisse la température s'élever pendant la réaction.

» Dans ce cas, on peut trouver une quantité d'ammoniac fixé, très voisine de 9^{mol} pour 2^{mol} de chlorure de bore (M. Besson). On a alors

$$2BoCl^3 + 9AzH^3 = 6AzH^4Cl + Bo^2(AzH)^3.$$

» D'ailleurs, lorsqu'on ne refroidit pas suffisamment, ou lorsque intentionnellement on chauffe, le chlorure d'ammonium formé ne réagit pas sur l'amidure ou l'imidure de bore; je l'ai vérifié ainsi : ayant chauffé vers 350° le produit brut de l'action du chlorure de bore sur l'ammoniac et l'ayant laissé refroidir, on y a envoyé de nouveau de l'ammoniaque liquide et l'on a déterminé la quantité de gaz ammoniac sortant entre −23° et 0° et représentant, par suite, l'ammoniac combiné au chlorhydrate; on a trouvé sensiblement le même nombre qu'avant d'avoir chauffé ($1274^{cm^3},5$, par exemple, au lieu de $1295^{cm^3},0$ dans une expérience; l'écart observé paraît dû à la vaporisation d'une petite quantité de chlorure d'ammonium).

» Quel que soit d'ailleurs le produit que l'on obtienne, $Bo(AzH^2)^3$ ou $Bo^2(AzH)^3$ ou un mélange de ces deux corps, on trouve toujours, à l'aide de la méthode décrite plus haut, que la même quantité de chlorure d'ammonium a été formée.

» Ces expériences constituent, comme on le voit, une nouvelle application de la méthode que j'ai indiquée autrefois ([1]) pour étudier l'état des corps qui forment des mélanges complexes dont on ne peut retirer les constituants. Cette méthode, qui a depuis été appliquée par d'autres chimistes et par moi-même, n'est d'ailleurs qu'une application immédiate des belles expériences de H. Sainte-Claire Deville et de Debray sur la dissociation.

» Je n'ai pu jusqu'à présent séparer l'amidure de bore du chlorure d'ammonium formé simultanément qu'en en perdant la majeure partie; pour cela, on lave le mélange, obtenu comme il a été dit, avec du gaz ammoniac liquéfié qui dissout le chlorhydrate d'ammoniaque beaucoup plus que l'amidure de bore.

» Au contraire, l'imidure de bore peut être facilement séparé du chlorure d'ammonium à l'aide de l'ammoniac liquéfié; il est en effet très peu soluble dans ce dissolvant.

» Cet imidure de bore a d'ailleurs été décrit par MM. Stockes et Blick (*D. ch. G.*, t. XXXIV, p. 3039), qui l'ont obtenu en chauffant à 120° un sulfure de bore ammoniacal $Bo^2S^3, 6AzH^3$; on obtient ainsi du sulfure

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 392.

d'ammonium et de la borimide. On peut se demander, à la suite de cette étude, si le sulfure de bore ammoniacal n'est pas un mélange de sulfure d'ammonium et d'amidure de bore; si, de même, le bromure de bore et l'iodure de bore ammoniacaux $BBr^3, 4AzH^3$ ou $2BBr^3, 9AzH^3$ et $BI^3, 5AzH^3$ ainsi que $BI^3, 15AzH^3$ ne sont pas aussi des mélanges d'amidure de bore et de bromure ou d'iodure d'ammonium. C'est ce que je vérifie en ce moment. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un phosphate ammoniaco-manganique violet.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans le cours de mon travail sur le phosphate rose violacé de Gmelin, j'ai réussi à préparer un nouveau phosphate manganique de nuance beaucoup plus bleue. J'indique dans cette Note le mode de préparation, la composition et les propriétés de ce nouveau sel.

» Pour obtenir ce phosphate, on procède de la manière suivante :

» Dans une capsule de platine on introduit 1 partie de bioxyde de manganèse précipité et 4 parties de phosphate diammonique avec la quantité d'eau nécessaire pour former une pâte épaisse. On chauffe d'abord modérément en agitant pour chasser l'eau, puis plus fortement pour fondre le sel ammonique. Les deux corps réagissent avec dégagement d'ammoniaque; le mélange, d'abord pâteux, se dessèche et devient solide en même temps que l'on observe une coloration violette. On ajoute alors une quantité d'acide phosphorique sirupeux suffisante pour imprégner toute la masse, et l'on continue à chauffer en agitant constamment jusqu'à ce que la substance ait pris une belle coloration violette.

» Après refroidissement, on traite la matière par l'eau pour dissoudre l'acide phosphorique et le phosphate diammonique qui pourraient subsister; on lave à l'eau distillée froide jusqu'à ce que l'eau de lavage ne renferme plus d'acide phosphorique. Il reste une substance pulvérulente qui constitue le nouveau phosphate manganique.

» Après dessiccation à 110°, il donne à l'analyse les chiffres ci-dessous :

P pour 100	25,3
Mn pour 100	22
Am pour 100	7

» Ces nombres correspondent assez bien à la composition exprimée par la formule $P^4O^{14}Mn^2, Am^2$ qui exige :

P pour 100	25,1
Mn pour 100	22,2
Am pour 100	7,2

» Le nouveau sel peut donc être envisagé soit comme un dipyrophosphate ammoniaco-manganique

$$
\begin{array}{l}
P^2O^3 \left\{ \begin{array}{l} OAm \\ O \diagdown \\ O - Mn \\ O \diagup \quad | \end{array} \right. \\
P^2O^3 \left\{ \begin{array}{l} O \diagdown \quad | \\ O - Mn \\ O \diagup \\ OAm \end{array} \right.
\end{array},
$$

soit comme un diortho-dimétaphosphate ammoniaco-manganique

$$
\begin{array}{l}
PO \left\{ \begin{array}{l} OAm \\ O \\ O \end{array} \right\rangle Mn - O - P = O \\
\qquad\qquad | \qquad\quad O \langle \quad \rangle O, \\
PO \left\{ \begin{array}{l} O \\ O \\ OAm \end{array} \right\rangle Mn - O - P = O
\end{array}
$$

isomère du précédent.

» Quoi qu'il en soit, la combinaison précédente, que je désignerai sous le nom de *dipyrophosphate ammoniaco-manganique,* se présente sous forme d'une poudre violette insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore. Les alcalis décomposent ce phosphate en mettant en liberté de l'ammoniaque et du sesquioxyde de manganèse.

» Chauffé au rouge dans un creuset de platine, il donne un métaphosphate manganeux. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation des alcalis et du peroxyde de manganèse.* Note de M. H. Baubigny, présentée par M. Troost.

« Si la présence d'acide sulfurique libre dans le milieu où se forme le peroxyde de manganèse par l'action des persulfates ([1]) n'empêche pas l'entraînement des oxydes basiques, du moins il est en partie atténué. Aussi, lors des essais effectués en présence des sels alcalins, ai-je eu soin

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXV, p. 965, et aux *errata, loc. cit.,* p. 1084.

d'ajouter de faibles proportions d'acide pour favoriser la surcharge et mieux faire ressortir la rigueur du procédé qui permet d'enlever au peroxyde la totalité des alcalis qui y sont combinés.

» Ce point établi, et m'en référant aux indications déjà fournies sur le mode opératoire, il me suffira, pour l'exposé des expériences, de donner pour chacun un simple schéma, en résumant seulement les données variables : la valeur du manganèse étant exprimée en oxyde salin Mn^3O^4 pour permettre une comparaison rapide avec le résultat. Si, pour la commodité pratique, j'ai employé de l'acide sulfurique dilué (1 : 10 en volume), il reste cependant entendu que l'indication expérimentale se rapporte toujours à l'acide SO^4H^2 ($d = 1,84$).

» Les essais (*a*) et (*b*) montrent de suite le degré d'erreur possible en présence de sels alcalins, même en lavant MnO^2 à l'eau bouillante. Mais si l'on emploie une solution même moyennement concentrée d'un sel ammoniacal (le nitrate, par exemple) en terminant avec un peu d'eau, on obtient exactement le poids de manganèse mis en expérience, comme l'établissent les essais (*c*) et (*d*).

	Volume initial en cm^3.	SO^4H^2 en volume.	$(AzH^4)^2S^2O^8$ (¹) richesse : 84 pour 100.	K^2SO^4 pur.	Mn^3O^4 initial.	Mn^3O^4 trouvé.
			g	g	g	g
(*a*)......	200	$\frac{1}{3}$ pour 100	2	12,5	0,2003	0,2362
(*b*)......	200	$\frac{1}{3}$ »	2	18	0,2003	0,2371
(*c*)......	200	$\frac{1}{3}$ »	2	12,5	0,2003	0,2001
(*d*)......	200	$\frac{1}{3}$ »	2	18	0,2003	0,2000

» Le lavage à chaud avec le sel ammoniacal n'est pas nécessaire, puisque dans le dernier cas (*d*) on a opéré à froid.

» La solution du problème est donc une simple mise en jeu de la loi des échanges entre un manganite alcalin et un sel ammoniacal à acide fort, procédé bien supérieur au lavage avec de l'eau acidulée, qui toujours redissout du manganèse, si l'on prolonge l'action en dehors du persulfate.

» Je dis, en outre, que dans les essais (*a*) et (*b*) les excès de poids sont dus seulement à la présence de l'alcali et non de son sulfate.

» Si l'on dissout, en effet, le produit de (*a*) dans HCl aq, qu'on évapore presque à sec pour chasser l'excès d'acide, et qu'on redissolve dans un peu d'eau, on n'obtient sensiblement rien par l'addition de 1 à 2 gouttes d'une solution $\frac{1}{2}$ N. de $BaCl^2$, tandis

(¹) Les impuretés solubles de ce persulfate sont du $(AzH^4)^2SO^4$ et de petites traces de K^2SO^4, d'oxyde de fer et de silice ; ces deux dernières, les seules pouvant être préjudiciables, n'excédant pas 0,005 pour 100.

que dans la solution de l'oxyde de (*b*) on retrouve une quantité très appréciable de potassium. Cela se vérifie en précipitant d'abord le manganèse, après addition d'ammoniaque, par de l'eau oxygénée distillée, filtrant, lavant avec du AzH^4Cl ammoniacal et évaporant les eaux à siccité dans une petite capsule de platine, jusqu'à élimination complète des sels ammoniacaux. Le résidu ($0^g,039$) soluble dans l'eau colore la flamme en violet; sa solution donne à froid un dépôt cristallin par le perchlorate d'ammoniaque, ainsi qu'un précipité abondant par le cobaltinitrite de sodium, réactif [1] par excellence du potassium.

» Ce poids de $0^g,039$ KCl correspondant à $0^g,0246\,K^2O$ n'est pas en rapport avec la surcharge $0^g,0368$ de l'essai (*b*). Mais il n'y a là aucune contradiction. On sait, en effet, d'après Rousseau [2], que les polymanganites sont stables à haute température et que ce n'est qu'au delà d'environ 1300° qu'ils se résolvent en Mn^3O^4 et potasse volatile. Partie de la surcharge est donc due à de l'oxygène.

» L'aspect du produit est d'ailleurs un renseignement pour l'opérateur. Tandis que Mn^3O^4 doit être très poreux et possède une teinte brun clair, le peroxyde chargé d'alcali donne, après calcination, des grains noirs à texture compacte comme les polymanganites formés au rouge.

» Une seconde série de recherches, portant sur des poids plus forts de manganèse, m'a conduit aux mêmes conclusions; car de deux lots de MnO^2 ($Mn^3O^4 = 0^g,4674$) préparés avec les mêmes solutions, dans des conditions identiques, l'un, qui a servi au dosage de l'acide sulfurique, m'a donné $0^g,0029\,BaSO^4$, soit $0^g,0010\,SO^3$ et le second, par le mode déjà indiqué, $0^g,0927$ KCl ne pouvant renfermer comme impuretés que les minimes traces de fer et de silice apportées par le persulfate. Or, entre ces deux poids, $0^g,0010\,SO^3$ et $0^g,0585\,K^2O$, correspondant à $0^g,0927$ KCl, il n'existe aucune proportionnalité permettant d'attribuer la surcharge au sulfate alcalin.

» Après la calcination de l'oxyde, la solution du sel ammoniacal n'agit plus qu'imparfaitement, même en opérant à chaud; la raison en est dans l'état physique du produit, dont les grains compacts se laissent mal pénétrer par le liquide, alors qu'avant la dessiccation l'oxyde forme une poudre extrêmement fine. Au cas où l'on suspecterait une surcharge alcaline d'après l'aspect du produit, il n'y aurait qu'à le redissoudre et à recommencer l'opération.

» J'ajouterai que les sels alcalins semblent agir surtout au moment de

---

(1) Ce n'est, en somme, que la réversion de la réaction bien connue du cobalt, appliquée au potassium et sur laquelle de Koninck, le premier, a appelé l'attention.

(2) *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 786 et 1796.

la formation du MnO^2, car, si on les ajoute après la précipitation, la surcharge est sensiblement inférieure.

» Dans toutes les recherches ultérieures, après avoir d'abord débarrassé le peroxyde des eaux mères acides par quelques lavages à l'eau, nous le traiterons donc *toujours* par un sel ammoniacal (le nitrate de préférence) pour le purger de toute trace d'alcali ; d'autant plus que ce procédé permet un lavage méthodique de l'oxyde, qui, dans ces conditions et malgré sa ténuité, ne traverse jamais le papier du filtre.

» Cette méthode de purification n'est applicable qu'aux alcalis *seuls* et ne réussit pas avec les oxydes métalliques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *La diffusion de l'arsenic dans la nature.* Note de M. F. Garrigou, présentée par M. A. Gautier.

« Les belles et pratiques découvertes de M. A. Gautier, sur l'iode et sur l'arsenic chez les animaux et les plantes, m'ont décidé à faire connaître à l'Académie les résultats de mes propres investigations commencées depuis plus de 30 ans. Elles m'ont convaincu de la dissémination de l'arsenic dans les trois règnes.

» La méthode de recherche qualitative que j'ai employée, dès 1869, est la *méthode des flammes, des perles et des émaux,* de Bunsen, avec l'aide précieuse du spectroscope ou du microscope et des réactifs ordinaires.

» On peut, avec les perfectionnements pratiques que j'ai apportés à cette méthode, arriver à déceler dans une substance $\frac{1}{1000000}$ de milligramme d'arsenic. De plus, après avoir répété toutes les réactions, on peut reprendre encore cet arsenic, par un traitement direct sur la capsule à cupules, et recommencer toutes les opérations ([1]).

» Voici de quelle manière je fais cet examen des flammes :

» La substance est réduite en poudre, on la traite à chaud par l'eau régale pure, presque à siccité. On recommence ce traitement trois fois. On évapore à sec au bain-marie, et l'on traite à chaud trois à quatre fois par l'acide chlorhydrique pur, pour chasser l'acide azotique et rendre la silice insoluble.

» On reprend par l'acide chlorhydrique étendu. On filtre et fait passer un courant d'acide sulfureux pendant 1 heure, à 30° environ. On enlève alors l'acide sulfureux en

([1]) Il en est de même pour tous les métalloïdes et métaux volatils, tels que le tellure, le sélénium, l'antimoine, le bismuth, le cadmium, le plomb, le mercure, le zinc, l'étain, l'iridium, le thallium, etc.

excès, à chaud et au moyen du vide, en recevant les gaz dégagés dans une solution de potasse, pour en surveiller la composition. On fait alors passer à chaud, pendant 50 heures au moins, un courant d'acide sulfhydrique. On laisse digérer le tout à 40° pendant 50 heures. On recommence à faire passer le courant d'acide sulfhydrique pendant 12 heures.

» On laisse alors tous les sulfures se déposer, on décante soigneusement le liquide limpide, et l'on jette le précipité sur un filtre pour le laver avec une solution d'acide sulfhydrique d'abord, puis d'eau distillée bouillie et privée ainsi d'ammoniaque.

» Après avoir soigneusement séparé la partie claire, on traite alors directement les sulfures sur le filtre par de l'ammoniaque qui dissout le sulfure As^2S^3. On évapore le liquide ammoniacal à siccité, et le sulfure d'arsenic restant est directement examiné par le procédé des flammes de Bunsen, sur la capsule de porcelaine à petites cupules.

» On peut ainsi déceler la présence de quantités infinitésimales d'arsenic.

» Il est aisé, en faisant des expériences comparatives sur une seconde capsule de porcelaine, avec du sulfure d'arsenic titré, d'établir une échelle d'étendue et d'intensité de dépôt qui permet de juger *approximativement* la quantité d'arsenic trouvée (¹).

» Voici maintenant les résultats que j'ai obtenus depuis 1868 dans 250 examens divers.

» 1° *Roches.* — Toutes les roches, depuis le granit jusqu'aux terrains sédimentaires les plus récents, contiennent de l'arsenic.

» 2° *Minéraux cristallisés.* — Le spath d'Islande, le quartz, les agates, les fluorines, les gypses, les barytines ne m'ont pas paru en contenir.

» 3° *Filons métallifères.* — Ceux dont j'ai le mieux étudié la composition sont les amas de fer, les filons de minerais de zinc, de cuivre, de plomb, de mercure. Tous étaient plus ou moins arsénifères.

» 4° *Eaux minérales.* — Il n'y a pas une seule eau minérale, parmi celles que j'ai eu à examiner chimiquement, d'une manière complète, qui ne m'ait fourni de l'arsenic.

» Dans celle de Luchon, j'ai retrouvé jusqu'à $0^g,0002$ d'arsenic. L'un des résidus de cette eau, provenant de l'évaporation de 100^l, m'a même fourni de l'acide cacodylique parfaitement reconnaissable à son odeur (²).

» 5° *Eaux potables.* — En évaporant des quantités suffisantes d'eau potable, on y retrouve toujours de petites traces d'arsenic, supérieures à $0^{mg},000\,001$.

» Les eaux granitiques sont celles qui m'en ont fourni le moins. Les eaux des nappes phréatiques, celles qui m'en ont donné le plus (³).

(¹) Pour des essais du genre de ceux que j'ai poursuivis, une approximation semblable est parfaitement suffisante.

(²) Filhol avait signalé, avant moi, l'arsenic dans les eaux de Luchon, et Tripier, dans une eau minérale d'Algérie, dès 1840.

(³) Ces évaporations doivent se faire dans la porcelaine, le verre contenant presque toujours de l'arsenic.

» 6° *Cendres des végétaux.* — Les cendres des végétaux obtenues par calcination soit en vase clos, soit en plein air, contiennent de l'arsenic en quantité notable. Dans mon analyse des cendres des herbages de la Frèche, près de Luchon, j'avais signalé des traces d'arsenic (*Journal de Thérapeutique,* 10 décembre 1875, p. 909). Dans une nouvelle analyse, faite quelques années plus tard, j'ai pu constater dans ces mêmes cendres, au moyen d'un dosage direct à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien, 0,02 pour 100 d'arsenic.

» Le vin en contient aussi, et les quantités varieraient de $0^g,000\,000\,5$ à $0^g,000\,002$ suivant les régions et les terrains.

» 7° *Dans l'organisme animal.* — Comme expert des tribunaux, j'ai, dans les organes [1] de 12 empoisonnés par divers métaux, cherché aussi l'arsenic. Je l'y ai rencontré à des doses qui variaient de $0^g,000\,002$ à $0^g,000\,008$. Les composés métalliques qui avaient été ingérés criminellement étaient les combinaisons du cuivre, du zinc, du mercure, le cyanure de potassium. Je l'ai trouvé également dans un cas d'empoisonnement par la sabine, tout en me gardant de conclure, dans ces cas, à l'introduction criminelle de l'arsenic.

» Les conclusions que je crois pouvoir tirer de cette Note sont les suivantes : l'arsenic est un des métalloïdes les plus répandus dans la Nature. Il est souvent absorbé par l'homme, à son insu, avec ses aliments et ses boissons. »

Observations de M. Armand Gautier *présentées à la suite de la Note précédente.*

« A propos de ces constatations de la présence de l'arsenic dans l'organisme humain, je crois devoir faire des réserves. Il serait très regrettable de laisser croire que l'arsenic se retrouve dans tous nos organes, et que les milliers de recherches négatives, faites à ce sujet par les chimistes experts, sont erronées. Chez l'animal, l'arsenic se localise dans la peau et ses glandes annexes. La plupart des organes que M. Garrigou cite en note n'en contiennent pas ou des traces inférieures au vingt-millionième de leur poids. Dans ces recherches, il faut vérifier avant tout la pureté de ses réactifs en opérant sur des quantités doubles ou triples de celles qui serviront aux expériences. Il faut aussi se tenir en garde contre l'existence de l'arsenic dans le verre : celui d'Iéna peut en contenir jusqu'à 1 millième. »

---

(1) Mélange du foie, des poumons, des reins et du cerveau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde p-benzène-azobenzoïque et ses dérivés.* Note de MM. **P. Freundler** et **de Laborderie**, présentée par M. H. Moissan.

« L'un de nous a décrit dans une précédente Note ([1]) la préparation et les propriétés de l'aldéhyde *p*-benzène-azobenzoïque,

$$C^6H^5.Az = Az.C^6H^4.CHO.$$

» Nous avons cherché depuis lors un mode d'obtention de cette aldéhyde qui permît d'éviter la séparation des deux acétals mixte et symétrique, et nous avons essayé de condenser le nitrosobenzène avec l'aldéhyde *p*-aminobenzoïque, suivant la méthode de Mills et de Bamberger ([2]) :

$$C^6H^5.AzO + H^2Az.C^6H^4.CHO = C^6H^5Az = AzC^6H^4.CHO + H^2O.$$

» L'aldéhyde *p*-aminobenzoïque étant difficile à manier à cause de sa facile polymérisation, nous avons cherché à lui substituer un de ses dérivés immédiats tels que l'oxime ou l'acétal.

» Ce dernier n'a pas encore été décrit; toutes les tentatives que nous avons faites pour l'obtenir ont échoué jusqu'à présent.

» D'une part, la réduction de l'acétal *p*-nitrobenzoïque au moyen du sulfure d'ammonium alcoolique ne nous a fourni que des matières résineuses se décomposant à la distillation, qui constituent un produit de polymérisation de l'aldéhyde aminée. *Le groupement acétal est donc saponifié par le sulfure d'ammonium.*

» D'autre part, il ne nous a pas été possible de transformer l'oxime aminée en acétal au moyen de l'alcool méthylique et de l'acide chlorhydrique, suivant le procédé de Harriès ([3]). La presque totalité de l'oxime reste inaltérée.

» Enfin, la réduction de l'acétal *p*-nitré par l'amalgame d'aluminium, en solution éthérée, ne nous a donné qu'un mélange de dérivés hydroxylaminé et azoxyque sur lesquels nous reviendrons prochainement.

» L'oxime *p*-aminobenzoïque peut au contraire être préparé très facilement par le procédé de M. Gabriel ([4]). Toutefois, la condensation de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1359.

([2]) Mills, *Chem. Soc.*, t. LXVII, p. 929.—Bamberger, *D. chem. G.*, t. XXIX, p. 103.

([3]) *D. chem. G.*, t. XXXIV.

([4]) *D. chem. G.*, t. XVI, p. 2001.

cette oxime et du nitrosobenzène se fait avec un assez mauvais rendement.

» 36g de nitrosobenzène et 45g d'oxime aminée sont chauffés avec 100g d'alcool à 96 pour 100 et 20g d'acide acétique, pendant 5 à 6 heures, au bain-marie. Après refroidissement, la benzène-benzaldoxime se dépose sous la forme de paillettes bronzées qu'on essore et qu'on lave avec un peu d'alcool froid. On obtient ainsi 28g de produit pur (au lieu de 74g). Les eaux mères en contiennent une petite quantité que l'on peut isoler par l'intermédiaire des sels de sodium ou de potassium; ceux-ci sont en effet très peu solubles dans l'eau froide.

» La *p-benzène-benzaldoxime*, $C^6H^5Az = AzC^6H^4CH = AzOH$, fond à 143°; elle est peu soluble dans l'alcool froid, très soluble dans l'acétone. Les acides dilués ne la saponifient que très difficilement et incomplètement, même à 100°. Lorsqu'on traite par de l'acide chlorhydrique une émulsion du sel de sodium dans l'eau, additionnée de la quantité théorique d'azotite de soude, on réussit à détruire partiellement le groupement oximiné; mais il se forme en même temps des produits secondaires que nous étudions actuellement et qui rendent très difficile la purification de l'aldéhyde.

» Il résulte de là que la préparation de cette dernière s'effectue plus commodément par le procédé indiqué antérieurement (*loc. cit.*).

» L'aldéhyde *p*-benzène-azobenzoïque fournit par oxydation l'acide correspondant, qui fond à 238° et qui a déjà été décrit ([1]). Chauffée à 180° au bain d'huile avec de l'anhydride acétique et de l'acétate de sodium fondu, elle donne naissance à une petite quantité d'acide *p-benzène-azocinnamique* $C^6H^5.Az = Az.C^6H^4.CH = CH.CO^2H$. Ce dernier acide s'obtient plus aisément en chauffant pendant quelques heures au bain-marie une solution alcoolique de nitrosobenzène et d'acide *p*-aminocinnamique additionnée d'acide acétique. Mais, dans ce cas encore, les rendements sont loin d'être théoriques.

» L'acide benzène-azocinnamique cristallise dans le benzène bouillant en paillettes rosées, très peu solubles dans l'alcool et dans l'acide acétique. Il fond en se décomposant vers 245°. Traité par le perchlorure de phosphore en solution benzénique, il fournit un *chlorure* cristallisé en aiguilles rougeâtres. Ce chlorure a été transformé en *amide* (lamelles d'un rouge orangé, fusibles à 228°-229°, solubles dans l'acétone), en *éther méthylique* (aiguilles rouges, fusibles à 145°, peu solubles dans l'alcool et le

---

([1]) MENTHA, HEUMANN, *D. chem. G.*, t. XIX, p. 3023. — JACOBSON, *Ann. Chem.*, t. CCCIII, p. 385.

benzène) et en *éther éthylique* (aiguilles prismatiques rouges, fusibles à 101°-102°). Il est à remarquer que l'ammoniaque alcoolique n'attaque pas l'éther méthylique à 100°. en vase clos.

» Nous avons préparé également, à partir de l'acide précédent, le *benzène-azostyrolène* et l'*acide benzène-hydrazocinnamique* dont nous complétons actuellement l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxybenzylphosphinique.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Cet acide a été découvert par Fossek (*Mon. f. Ch.*, t. V, p. 121) qui le préparait en faisant réagir le trichlorure de phosphore sur l'aldéhyde benzoïque; en traitant par l'eau après réaction il obtenait l'acide

$$PO^3H^3C^6H^5CHO$$

fusible à 173°. Mes recherches sur les acides dérivés de l'acétone et des acides phosphoreux et hypophosphoreux m'ont amené à deux nouvelles méthodes de préparation de cet acide.

» 1° J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 286) que l'acide $PO^2H^3C^3H^6O$ s'oxydait facilement en donnant l'acide oxyphosphinique correspondant $PO^3H^3C^3H^6O$. Or, Ville (*Comptes rendus*, t. CX, p. 348) a décrit un acide oxybenzylhypophosphoreux $PO^2H^3C^6H^5CHO$ qu'il obtenait en faisant réagir PO^2H^3 en solution aqueuse concentrée sur l'aldéhyde benzoïque. Cet acide réduisait $HgCl^2$, mais le produit de la réaction n'a pas été étudié. J'ai pensé que ce produit d'oxydation ne pouvait être que l'acide $PO^3H^3C^6H^5CHO$ et c'est en effet ce qui a lieu. Pour réaliser cette préparation par ce procédé voici comment il convient d'opérer :

» On prépare d'abord l'acide $PO^2H^3C^6H^5CHO$ (je reviendrai d'ailleurs plus tard sur cette préparation) et l'on traite sa solution aqueuse tiède par le brome [1] jusqu'à ce que celui-ci soit en léger excès. On évapore à sec la solution pour chasser HBr et l'acide brut obtenu, sensiblement pur d'ailleurs, est recristallisé soit, comme Fossek l'indique, dans un mélange de benzène et d'acide acétique, soit plus simplement dans l'acétone.

» 2° Dans la Note citée plus haut, j'ai fait voir que l'acide $PO^2H^3C^3H^6O$ était susceptible de fixer une molécule d'aldéhyde benzoïque pour fournir un acide mixte $PO^2H^3C^3H^6OC^6H^5CHO$. La facilité de cette réaction comparée avec la difficulté de fixation d'une nouvelle molécule d'acétone m'a amené à penser que l'hydrogène

[1] Le brome remplace avantageusement $HgCl^2$, l'oxydation est immédiate et l'extraction du produit simplifiée autant que possible.

réducteur de l'acide phosphoreux incapable de fixer l'acétone pourrait être plus actif vis-à-vis de l'aldéhyde benzoïque et donner directement l'acide $PO^3H^3C^6H^5CHO$. C'est en effet ce qui a lieu, et pour effectuer cette réaction il suffit de chauffer ensemble l'acide PO^3H^3 et un excès d'aldéhyde à 100°-110° pendant une vingtaine d'heures. Peu à peu la condensation a lieu en même temps que le mélange se colore en rouge. Si on laisse refroidir au bout du temps indiqué, le produit se prend en masse. On élimine l'excès d'aldéhyde par le benzène, qui laisse l'acide sensiblement pur.

» L'acide obtenu par ces deux procédés a été comparé et identifié avec celui préparé avec PCl^3. Il a le même point de fusion 195°. La valeur 173° indiquée par Fossek correspond à un point de décomposition et non à un point de fusion. Pour avoir celui-ci, il faut opérer au bloc Maquenne, en prenant comme température celle à laquelle la substance projetée fond immédiatement. Le chauffage progressif en petit tube donne bien 173°; mais la fusion est accompagnée d'un départ d'aldéhyde. Cette décomposition n'est d'ailleurs pas complète et la perte de poids, même par un chauffage prolongé à 300°, ne dépasse pas 12 pour 100, alors que la réaction totale exigerait 56,38. Il reste une substance résineuse jaunâtre, soluble dans l'eau avec une fluorescence bleue. Son étude n'a pas été poussée plus loin.

» Pour déterminer plus complètement la constitution et les propriétés de l'acide oxybenzylphosphinique j'ai préparé quelques nouveaux dérivés de cet acide : son sel d'argent, son éther méthylique et son dérivé benzoïlé.

» *Sel d'argent*. — L'acide pur ne réduit plus du tout l'azotate d'argent et le sel obtenu en mélangeant la solution légèrement acide du sel de soude avec un excès d'AzO^3Ag est parfaitement blanc et stable. Séché il correspond à la formule

$$PO^3HAg^2C^6H^5CHO.$$

Ce sel m'a servi à identifier plus complètement l'acide obtenu par les trois procédés indiqués précédemment.

» *Éther méthylique*. — J'ai préparé cet éther par le sel d'argent et CH^3I ou par l'action de Ag^2O sur l'acide en présence d'un excès d'iodure. Dans les deux cas, par évaporation de l'iodure en excès, on obtient un sirop qui ne cristallise que partiellement. Par essorage et cristallisation dans l'éther on obtient des cristaux fusibles à 99°. Ceux-ci, d'après leur analyse et leurs propriétés, constituent l'éther

$$PO^3H(CH^3)^2C^6H^5CHO.$$

Ils sont très solubles dans l'eau, l'alcool, l'acétone; peu solubles dans le sulfure de carbone et l'éther. Leur saponification s'effectue nettement en deux phases : une seule molécule d'alcool part d'abord puis il faut de longues heures d'ébullition en présence d'un excès d'alcali pour avoir la saponification complète. Celle-ci est accompagnée

d'une décomposition en aldéhyde benzoïque et phosphite facilement caractérisable dans la liqueur.

» *Dérivé benzoïlé.* — On traite l'acide par un petit excès de chlorure de benzoïle à 100°. Après départ de l'HCl théorique on reprend par l'eau et l'on élimine l'acide benzoïque qui se forme toujours en petite quantité par quelques dissolutions et évaporations à sec successives.

» Finalement on obtient le dérivé benzoïlé qui cristallise à froid de sa solution aqueuse en aiguilles fusibles à 93° et répondant à la formule

$$PO^3H^2(C^6H^5CHO)(C^6H^5CO).$$

Ce corps est presque insoluble dans l'eau froide; il est soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone; peu soluble à froid dans le benzène. Comme l'acide $PO^3H^3C^6H^5CHO$ monoacide à l'hélianthine, il est nettement biacide à la phtaléine. Par ébullition avec un excès d'alcali il est facilement saponifié.

» J'espère pouvoir montrer, dans une prochaine Note, que les deux méthodes indiquées s'appliquent également aux aldéhydes grasses et constituent par suite deux méthodes générales de synthèse des acides oxyphosphiniques dérivés des aldéhydes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de chloruration des carbures aromatiques.* Note de MM. **Seyewetz** et **Biot**, présentée par M. A. Haller.

« Le chlorure plombico-amoniacal se décompose facilement, comme on le sait, sous l'action de la chaleur ou des composés réducteurs, en donnant du chlorure de plomb, du chlore et du chlorure d'ammonium.

» Nous avons utilisé le chlore naissant dégagé dans cette réaction à la chloruration des carbures aromatiques.

» *Préparation du chlorure plombico-ammoniacal.* — Nous avons préparé ce corps en faisant passer un courant de chlore dans du chlorure de plomb en suspension dans l'acide chlorhydrique [1] jusqu'à ce que la dissolution soit complète. Le liquide rouge orangé ainsi obtenu est additionné de la quantité théorique de chlorure d'ammonium dissous dans dix fois son poids d'eau ($2AzH^4Cl$ pour $1PbCl^2$). Il se forme aussitôt un précipité jaune cristallin qui est le *chlorure plombico-ammoniacal* $PbCl^4 + 2AzH^4Cl$; on l'essore et on le sèche vers 70°-80°.

» *Chloruration du benzène.* — A la pression ordinaire, le benzène chauffé plusieurs heures à sa température d'ébullition avec le chlorure plombico-ammoniacal ne

(1) Friederich, *Berichte der deutsch. chemisch. Gesellschaft*, t. XXVI, p. 1434.

donne lieu à aucune réaction. En tubes scellés le composé plombique réagit sur le benzène vers 150°. A l'ouverture des tubes on constate, outre la décoloration complète du dérivé plombique, une forte pression avec dégagement d'acide chlorhydrique.

» Le contenu du tube est lavé au benzène pour séparer le chlorure de plomb. La solution benzénique est rectifiée. La portion principale est recueillie vers 131°-132°. Ses propriétés et le dosage du chlore permettent de l'identifier avec le chlorobenzène :

	Trouvé.	Calculé pour C^6H^5Cl.
Cl pour 100	31,32	31,55

» *Chloruration du toluène.* — Le chlorure plombico-ammoniacal réagit facilement sur le toluène à la température d'ébullition de ce carbure. On maintient au réfrigérant à reflux le toluène avec $\frac{1}{3}$ seulement de la quantité théorique de composé plombique, afin que la masse ne soit pas trop pâteuse. Il se dégage peu à peu de l'acide chlorhydrique et le chlorure plombique se décolore lentement. Au bout de quelques heures, cette décoloration étant complète, on essore le chlorure de plomb, on le lave avec un peu de toluène, puis on ajoute la deuxième portion de chlorure plombico-ammoniacal. La réaction se continue alors comme dans la première phase, bien qu'un peu plus lentement. Lorsque tout le composé plombique est décoloré, on l'essore et on le lave comme le premier, puis on rajoute au liquide la dernière portion de composé plombique et l'on arrête l'opération dès qu'on a obtenu la décoloration complète de ce dernier.

» Le résidu solide est essoré, lavé avec un peu de toluène, et le liquide est rectifié. On sépare d'abord une petite quantité de toluène non chloré, puis on recueille la portion principale vers 156°-158°. Les propriétés de cette portion et le dosage du chlore permettent de l'identifier avec l'orthochlorotoluène. Oxydée par le permanganate de potassium étendu, elle donne l'acide orthochlorobenzoïque fondant à 136°-137°.

» *Dosage du chlore :*

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^4\langle^{Cl}_{CH^3}$.
Cl pour 100	27,6	28,06

» *Chloruration du paraxylène.* — La chloruration du paraxylène a lieu plus rapidement que celle du toluène, probablement parce que sa température d'ébullition, plus élevée que celle du toluène, favorise la décomposition du composé plombique. On opère dans des conditions identiques à celles que nous avons indiquées pour le toluène. Le produit final de la réaction est lavé à l'eau jusqu'à élimination totale de l'acide chlorhydrique dissous, puis il est séché et rectifié. La fraction principale est constituée par un liquide bouillant à 186° qui a pu être identifié par ses propriétés et le dosage de son chlore avec le paraxylène orthochloré $C^6H^3\begin{cases}CH^3 (1)\\ Cl \ (2)\\ CH^3 (4)\end{cases}$:

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^3 \begin{cases} CH^3 \\ Cl \\ CH^3 \end{cases}$.
Cl pour 100	24,92	25,26

On a recueilli également une petite quantité d'un mélange des autres isomères monochlorés.

» *Chloruration du naphtalène.* — On mélange intimement le naphtalène avec le double de la quantité théorique de chlorure plombico-ammoniacal. Cet excès de chlorurant est nécessaire pour former le dérivé monochloré, car une partie du chlore échappe à la réaction. Le mélange est chauffé dans un ballon et maintenu au bain de paraffine vers 140°-150° (température extérieure) : il se produit un abondant dégagement d'acide chlorhydrique dont la cessation indique la fin de la réaction. Le résidu solide est épuisé par un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther qui laisse insoluble le chlorure de plomb.

» Le dissolvant est alors distillé, puis on rectifie le résidu. On recueille d'abord une petite quantité de naphtalène non attaqué, puis, vers 286°, il distille un composé chloré qui constitue la fraction principale et peut être identifié par ses propriétés et le dosage de son chlore avec l'α-monochloronaphtalène :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^7Cl$.
Chlore pour 100	21,57	21,8

» *Chloruration de l'anthracène.* — On chauffe vers 200°, au bain de paraffine (température extérieure), un mélange intime de chlorure plombico-ammoniacal et d'anthracène employés en quantités équimoléculaires jusqu'à cessation de dégagement d'acide chlorhydrique. Le résidu est épuisé par le benzène bouillant qui sépare le chlorure de plomb. En distillant le benzène, il reste un résidu brun qui, soumis à la sublimation, donne, en chauffant peu, d'abord de l'anthracène en paillettes blanches, puis, en élevant la température, des aiguilles jaunes fondant à 163°.

» Les propriétés de cette substance et le dosage de son chlore permettent de l'identifier avec l'α-tétrachloroanthracène $C^{14}H^6Cl^4$:

	Trouvé.	Calculé pour $C^{14}H^6Cl^4$.
Chlore pour 100..........	44,5	44,9

» *Conclusions.* — Le chlorure plombico-ammoniacal paraît donc constituer une source de chlore naissant permettant de substituer cet halogène d'une façon générale dans les noyaux aromatiques des hydrocarbures benzéniques. »

ZOOLOGIE. — *Grégarine cœlomique chez un Coleoptère.* Note de M. **L.-F. Blanchard**, présentée par M. Alfred Giard.

« Tandis que des Grégarines cœlomiques ont été observées et étudiées dans certains groupes d'Insectes, tels que les Orthoptères, les Névroptères, les Hémiptères et les Diptères, ces parasites semblent beaucoup plus rares chez les Coléoptères. Les seuls cas qui aient été relatés à notre connaissance sont ceux que L. Léger nous a fait connaître chez les larves d'*Oryctes nasicornis* L. et de *Geotrupes stercorarius* L. (1), déjà infestés d'ailleurs par une Grégarine intestinale et montrant des kystes cœlomiques saillants à la surface de l'intestin et renfermant de nombreux sporocystes.

» Nous ferons connaître ici un autre cas de Grégarine cœlomique bien plus caractéristique que les précédents, car les parasites se montrent libres dans le cœlome non seulement à l'état enkysté, mais même pendant leur vie végétative.

» Nous avons observé fréquemment cette Grégarine l'été dernier dans des *Carabus auratus* L. provenant des environs immédiats de Grenoble.

« C'est sous la forme de kystes mûrs que le parasite s'observe le plus souvent. Ces kystes peuvent atteindre des dimensions considérables (jusqu'à $1^{mm},5$), au point de comprimer les organes. Ils sont complètement libres dans la cavité générale. Leur couleur est d'un blanc mat et leur forme est ovoïde ou subsphérique. A l'intérieur de ces kystes, dont la paroi est constituée par une membrane propre à la surface de laquelle se voient quelques débris nucléaires aplatis (représentant sans doute des amibocytes dégénérés), se trouvent les sporocystes en quantité innombrable, avec quelques amas de granulations résiduelles.

» Les sporocystes sont ovoïdes, biconiques, comme ceux des Actinocéphalides typiques. Ils sont lisses, sans aucun appendice, et montrent une enveloppe interne épaisse recouverte par une enveloppe externe. Les dimensions de ces sporocystes sont $11^{\mu} \times 7^{\mu}$. Chaque sporocyste renferme huit sporozoïtes disposés suivant des méridiens et étroitement tassés. Les sporozoïtes sont des vermicules de 9^{μ} à 10^{μ} de long, montrant un noyau allongé suivant le grand axe du sporozoïte et remplissant à peu près toute la largeur de celui-ci sur une longueur de $1^{\mu},6$.

» Les états végétatifs, qu'on rencontre également dans le cœlome, sont représentés par des Grégarines monocystidées en forme de toupie, c'est-à-dire avec un pôle un peu plus pointu que l'autre. Nous n'avons pu orienter la Grégarine, car elle nous a toujours paru immobile. Ces formes monocystidées, qui existent parfois en très grand

(1) Léger, dans *Tabl. Zool.*, v. III, p. 106, t. 7.

nombre dans le même Carabe, sont toujours plus petites que les kystes. Nous en concluons que ceux-ci résultent, comme chez les autres Grégarines, de l'accolement de deux individus, mais nous ne pouvons l'affirmer, car nous n'avons pas encore observé les premiers stades de l'enkystement.

» En raison de ce que nous savons aujourd'hui sur le développement des Grégarines cœlomiques du Grillon domestique, et nous basant sur la présence de stades végétatifs monocystidés libres dans le cœlome du Carabe, il nous paraît probable que la forme que nous venons de décrire est une *forme cœlomique pure*. Mais comme, d'autre part, il existait dans l'intestin des Carabes infestés par la Grégarine cœlomique une Grégarine intestinale, *Ancyrophora gracilis* Léger, nous pensons qu'il est nécessaire de vérifier cette assertion au moyen d'infections expérimentales que nous poursuivons en ce moment.

» Par les caractères morphologiques de ses états végétatifs, notre Grégarine cœlomique doit rentrer dans le genre *Monocystis*. Nous la désignerons donc sous le nom de *Monocystis Legeri*, la dédiant à notre maître et ami le professeur Louis Léger. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'évolution de l'acrosome dans la spermatide du Notonecte.* Note de MM. J. Pantel et R. de Sinéty, présentée par M. Alfred Giard.

« *Développement de l'acrosome.* — Après la nutation, quand la presque totalité du cytoplasme est résorbée, on trouve des cellules où l'idiozome est tout à fait terminal, homogène, simple ou bilobé (*fig.* 8) [1]. Sur la figure 9, relative à un stade légèrement plus avancé, on voit qu'il tend à envelopper le noyau par sa base, tandis qu'il émet par son extrémité apicale un prolongement conique. D'autres cellules, encore plus avancées et plus favorables pour suivre la marche des phénomènes (*fig.* 10), laissent distinguer une masse très chromatophile, de forme irrégulière, enveloppant le noyau sur une grande étendue et le plus souvent d'une manière asymétrique, tandis que le reste de l'idiozome, sous l'action d'une sorte de *caryotropisme négatif*, s'allonge et s'atténue. L'ensemble présente durant quelque temps un contraste de parties plus colorables et de parties moins colorables, puis la substance chromatophile se répartit uniformément et l'acrosome constitué apparaît comme un long cône homogène, fixant énergiquement les colorants nucléaires (*fig.* 11).

» Pendant ces transformations le noyau a subi à son pôle inférieur d'importantes

---

[1] Le lecteur est prié de se reporter, pour les figures, à notre Communication sur la spermatide du Notonecte (*Comptes rendus*, 1er décembre 1902, p. 997).

modifications. Pour traduire les images on dirait volontiers que, à la suite d'une dépression survenue autour du point d'insertion du filament axile, la région sidérophile de la membrane nucléaire, plane à l'origine (*fig.* 8), se trouve transformée en un entonnoir très évasé dont la douille constitue un court manchon autour du filament (*fig.* 9). On a là l'ébauche du *segment intermédiaire*.

» *Dffiérenciation de la tête du spermatozoïde* (*fig.* 11 et 12). — L'acrosome formé, le noyau s'allonge rapidement, tandis que l'élément nucléinien, représenté presque tout entier par un volumineux caryosome, semble subir une sorte de résolution granuleuse. Bientôt après commence la condensation définitive. Le phénomène débute de préférence par la région postérieure; il se constitue une sorte de colonne axiale de chromatine homogène qui demeure quelque temps isolée de la membrane par une auréole claire, puis grandit de manière à remplir toute la cavité nucléaire. Il est tout à fait digne de remarque que l'acrosome perd corrélativement sa chromatophilie en même temps qu'il s'allonge et s'atténue de plus en plus (*fig.* 12).

» Le segment intermédiaire apparaît dans son ensemble comme une pièce tronc-conique dont l'enveloppe, épaisse et très chromatophile, représente l'entonnoir mentionné au stade précédent; dont le contenu, homogène et fort peu colorable, laisse voir suivant l'axe, à la partie inférieure, le bout proximal du filament axile.

» Jusqu'ici nous avons énoncé les faits sans autre préoccupation que d'en donner la suite à peu près chronologique; nous croyons devoir isoler maintenant, pour nous y arrêter quelque peu, un certain nombre de points qui paraissent avoir plus d'importance ou qui demandent à être rapprochés des résultats publiés dans des travaux récents ([1]).

» *Origine et manière d'être de l'acrosome.* — Les auteurs qui se sont appliqués à préciser la provenance de l'acrosome se partagent en deux groupes : ceux dont les recherches ont porté sur les Vertébrés en font un dérivé *idiozomique* [Meves (1897, 1899, Salamandre, Cobaye), Mc Gregor (1899, *Amphiuma*), Von Korff (1902, *Phalangista*)]; tandis que les entomotomistes le rattachent au *Nebenkern* [Paulmier (1899, *Anasa*)], ou reconnaissent qu'ils n'ont pu remonter jusqu'à son origine [Baumgartner (1902, *Gryllus*)].

» Nous considérons comme l'un des résultats principaux de notre étude d'avoir pu constater la nature idiozomique de l'acrosome chez le *Notonecta*. Par ce trait, la réduction des processus spermatogéniques des Insectes à ceux des Vertébrés, observée déjà par l'un de nous ([2]) pour les cinèses maturatives, se poursuit dans les métamorphoses de la spermatide.

([1]) Une revision bibliographique générale, même réduite aux publications récentes, est incompatible avec le caractère de cette Note préliminaire; nous nous bornerons à mentionner les Mémoires qui intéressent plus directement nos résultats.

([2]) R. DE SINÉTY, *Recherches sur les Phasmes* (Thèse de la Sorbonne), Lierre, 1901.

» L'identification de notre *idiozome* avec celui de Meves repose sur un ensemble de caractères dont deux fondamentaux : la structure générale et la polarité. Il faut y ajouter certaines particularités qui, pour n'avoir pas une signification jusqu'ici assignable, n'en sont pas moins des indices très nets d'identité morphologique. Telles sont, par exemple, les minuscules granulations visibles dans notre figure 4, évidemment identiques à celles que Niessing et Meves ont rencontrées dans la *sphère* des Mammifères.

» Ce fond commun ne permet pas de douter que nous n'ayons affaire à la formation décrite par Meves; nous devons pourtant nous séparer de cet auteur sur un certain nombre de points.

» Nous concevons autrement que lui la première origine de l'idiozome, Chez le *Notonecta* il se constitue, graduellement et en deux temps, de deux sortes de corpuscules, dont une peut être suivie jusque dans la cellule mère (*corpuscules iodozomiques secondaires*). Rien, dans le processus, n'implique une origine *sphérienne* du premier matériel, tout semble indiquer une différenciation graduelle du cytoplasme, comme chez les Vertébrés supérieurs (Lenhossék).

» Nous nous séparons encore de Meves dans l'appréciation des rapports qui s'établissent plus tard entre le noyau et l'acrosome, n'ayant jamais rencontré dans nos préparations une véritable fusion des deux corps, et la membrane nucléaire nous ayant paru persistante.

» Enfin, les inclusions chromatophiles très spéciales que nous avons signalées dans l'idiozome de *Notonecta* paraissent constituer un trait d'organisation jusqu'ici particulier. »

HISTOLOGIE. — *La téléomitose chez l'*Amœba Gleichenii *Dujard.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. L. Guignard.

« Il résulte de certaines observations, pour la plupart incomplètes il est vrai, que la division nucléaire dans le genre *Amœba* présente des différences marquées chez plusieurs espèces; cette constatation a une grande importance si l'on considère que les Amibes occupent l'un des derniers échelons de la série animale.

» Nous avons été conduit à entreprendre une étude d'ensemble de ce genre et nous indiquerons les résultats obtenus avec l'*Amœba Gleichenii*.

» On sait que la détermination des Amibes a été presque impossible jusqu'ici; les études histologiques auront ce premier avantage de permettre

l'établissement de sections dans le genre en s'appuyant sur le mode de division nucléaire : ainsi, parmi les espèces qui possèdent la téléomitose, on pourra distinguer un premier groupe caractérisé par la disparition du nucléole à la prophase; dans un second groupe, le nucléole se sépare en deux et chaque moitié persiste aux pôles du fuseau jusqu'à l'anaphase.

» L'*Amœba Gleichenii* pourra être choisie comme type du premier groupe; elle se développe dans diverses infusions; ses dimensions ordinaires sont de 30^{μ} à 40^{μ}; le sarcode est hyalin et la distinction en ectoplasme et endoplasme très visible sur le vivant; l'endoplasme renferme des granulations nombreuses : il n'existe qu'une vacuole contractile. Cette espèce se présente avec plusieurs aspects; sous la forme arrondie, la surface est couverte de nombreux pseudopodes courts, épais et obtus à leur extrémité : souvent aussi le corps s'aplatit, et il n'existe alors qu'un ou deux larges pseudopodes.

» Le développement comprend une bipartition ordinaire et un enkystement; contrairement à ce que nous avons observé chez d'autres espèces, il se produit une division de noyau dans le jeune kyste, si bien que tous les kystes sans exception possèdent finalement des noyaux.

» Nous avons suivi la division nucléaire pendant la bipartition du corps et lors de l'enkystement; les choses se passent exactement de la même façon dans les deux cas.

» Le noyau au stade de repos est muni d'une membrane nucléaire et d'un gros nucléole central; l'intervalle compris entre les deux est rempli par du nucléoplasme sensiblement homogène.

» Le nucléole, à la prophase, se vacuolise, devient spongieux; le noyau augmente beaucoup en diamètre; dans le nucléoplasme se différencie un cordon nucléaire enroulé ou spirème. Après disparition complète du nucléole, il y a segmentation du spirème en petits rubans entremêlés dans une substance homogène, achromatique, qui va former le fuseau; la membrane nucléaire cesse d'être visible à ce moment, il n'existe pas de centrosomes.

» Les chromosomes, à ce stade de la plaque équatoriale, se groupent sur le plan médian du fuseau en devenant globuleux; nous en avons compté environ vingt-cinq sur la plaque vue de face.

» La métaphase représente des modifications en sens inverse de celles qui viennent de se produire; les chromosomes se séparent en deux groupes qui s'éloignent l'un de l'autre; le tonnelet s'allonge beaucoup; dans le kyste, ses deux extrémités viennent toucher à la paroi cellulaire. Les chromosomes se disposent finalement en une masse arrondie qui s'entoure d'une membrane; de granuleux, ils deviennent fibrillaires; le spirème se reforme et le nucléole ne tarde pas à se montrer au centre de chaque nouveau noyau; ceux-ci ont repris la structure du stade de repos.

» *En résumé*, la division du noyau chez l'*Amœba Gleichenii* est une téléomitose ne présentant aucune différence sensible avec celle que nous observons dans la cellule des organismes supérieurs; cette espèce nous

conduit aux Téléomonadiens; elle est le prototype de la série des Métaphytes et des Métazoaires.

» Les résultats que nous avons obtenus avec d'autres espèces d'Amibes et de Flagellés nous permettent d'affirmer qu'il existe d'autres prototypes se rattachant directement aux Haplomonadiens et Haplozoïdes ([1]). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la photosynthèse en dehors de l'organisme.* Note de M. Luigi Macchiati, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Plusieurs auteurs, parmi lesquels M. Baranetsky, ont pensé que l'assimilation chlorophyllienne était produite par un ferment chimique (enzyme).

» M. Jean Friedel a annoncé ([2]) qu'il avait obtenu ce phénomène en dehors de l'organisme, sans l'intervention du protoplasma vivant, par l'action d'une diastase qui utilise l'énergie des rayons solaires. J'ai été le premier à donner une confirmation de cette très importante découverte ([3]). Peu après parurent les Communications de M. Harroy et de M. le Dr Herzog, mais les résultats furent négatifs comme ceux de quelques nouvelles expériences faites un peu auparavant par M. Friedel à une époque tardive de la végétation.

» Mes recherches ultérieures ont donné des résultats très nets que j'ai communiqués à la Société des Naturalistes de Naples ([4]), à la séance du 20 juillet 1902, et à la Société botanique italienne à la séance du 9 novembre.

» Je prépare, avec des feuilles lavées à l'eau distillée, un extrait glycériné contenant de l'eau et de la glycérine mêlées à volumes égaux. Suivant la plante la couleur de l'extrait varie du jaune pâle au jaune orange. Avec du benzène on peut retirer de cet extrait l'agent de l'assimilation photosynthétique; par évaporation du benzène le ferment précipite sous forme d'une substance blanche floconneuse et amorphe, finement réticulée.

([1]) *Cf.* P.-A. Dangeard : *Recherches sur les Eugléniens* (*Le Botaniste,* 8e série, juin 1902).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, n° 18 (6 mai 1901).

([3]) *Bulletino della Societa botanica italiana*. Séance tenue à Florence le 13 octobre 1901.

([4]) Anno XVI, Vol. XVI (1902, p. 165).

» Avec d'autres feuilles de la même plante, maintenues 3 heures dans une étuve à sec à 100°, j'ai préparé une poudre verte très fine. Cette poudre contient les pigments chlorophylliens qui n'ont pas été altérés, et le même ferment que la feuille vivante (plusieurs diastases supportent longtemps la température de 100°).

» On peut extraire l'enzyme de cette poudre, comme de la feuille fraîche, au moyen de glycérine. On peut débarrasser complètement la poudre de son ferment par une série de lavages successifs, à la glycérine, puis à l'eau distillée.

» L'appareil dont je me sers est très simple; il est constitué par un vase de verre que je remplis, suivant les cas, d'eau distillée et de poudre de feuille desséchée à 100°, avec ou sans ferment, ou bien d'extrait glycériné seul ou additionné de poudre. J'y plonge un entonnoir renversé sur lequel je retourne une éprouvette graduée remplie du même liquide que le vase. J'expose ensuite l'appareil aux rayons solaires.

» L'extrait glycériné seul est incapable d'accomplir la photosynthèse; la poudre seule, mise dans l'eau distillée, donne toujours un dégagement d'oxygène avec formation corrélative d'aldéhyde formique. Ce dernier corps est mis facilement en évidence au moyen de codéine dissoute dans l'acide sulfurique (coloration rose violet).

» La photosynthèse n'a jamais lieu avec la poudre débarrassée de ferment, mais elle se manifeste immédiatement si l'on ajoute une petite quantité de ferment.

» Dans mes expériences, le dégagement gazeux a toujours été proportionnel à l'intensité des rayons lumineux. La photosynthèse n'a lieu que si la feuille est récoltée en une saison favorable.

» Voici un résultat numérique, au milieu des résultats très nombreux que j'ai obtenus. Le 3 septembre 1902, à $3^h 30^m$, j'ai employé 2^g de poudre d'*Acanthus mollis* dans 125^g d'eau distillée; au bout de 24 heures, j'avais recueilli 14^{cm^3} de gaz dans l'éprouvette.

» Dans toutes mes expériences, après avoir absorbé l'oxygène récolté dans l'éprouvette par de l'acide pyrogallique en solution alcaline, il reste toujours une petite quantité de gaz qui contient le matin des traces d'anhydride carbonique, et qui n'en contient pas dans la journée, après une courte exposition aux rayons solaires.

» Mes recherches confirment indubitablement que l'agent principal de l'assimilation chlorophyllienne dans la plante verte, et de la protosynthèse en dehors de l'organisme est un ferment soluble (enzyme), et que le pigment chlorophyllien semble fonctionner comme un sensibilisateur chimique. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maturation des graines et l'apparition de la faculté germinative.* Note de M. P. Mazé, présentée par M. Roux.

« La maturation des graines, considérée au point de vue de l'acquisition du pouvoir germinatif, a fait l'objet d'un grand nombre de travaux. La science possède sur cette question des renseignements variés. L'impression qui s'en dégage c'est que la faculté de germer est acquise, le plus souvent, bien avant que la graine ait atteint son volume définitif.

» J'ai repris l'étude de cette question dans le but de fixer les causes auxquelles on doit attribuer les particularités observées, en me plaçant exclusivement sur le terrain de la Physiologie.

» Mes premiers essais ont porté sur le pois et le maïs; les graines prises dans la gousse ou sur l'épi, au moment où elles sont encore laiteuses, sont réparties immédiatement, une à une, dans des tubes à essai munis de deux tampons de coton, l'un servant de support à la graine à la surface de l'eau distillée qu'ils renferment, l'autre destiné à intercepter l'accès des germes de l'air, toutes les précautions ayant été préalablement prises pour éviter la présence des microbes.

» Dans ces conditions, les graines germent après un séjour plus ou moins long à l'étuve à 30°. Le maïs donne toujours naissance à des plantules normales qui se développent vigoureusement; le pois ne fournit, le plus souvent, que des plantules chétives dont la racine, incapable de rompre les enveloppes de la graine, pousse entre le testa et les cotylédons. Un grand nombre de pois ne germent pas.

» Si, au lieu de faire germer immédiatement les graines, on les dessèche au contact de l'air, sur de l'acide sulfurique concentré, pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures à 30°, la germination s'accomplit chez le maïs comme chez les graines parfaitement mûres; les pois germent aussi en donnant des plantules normales; quelques-uns seulement ne se développent pas.

» Je donnerai ici quelques essais effectués avec le maïs :

» On détache de l'épi deux rangées longitudinales de graines; celles-ci renferment 45,6 pour 100 d'eau, du poids humide; le premier lot, constitué par une rangée, comprend 20 graines qui sont mises immédiatement à germer, après avoir été débarrassées des microbes qu'elles pouvaient porter à leur surface. Le deuxième lot a été séché sur l'acide sulfurique concentré pendant 48 heures à 30°; celui-ci comprenait dix-neuf graines.

» Les observations faites sur ces deux lots sont réunies dans le Tableau suivant qui s'explique de lui-même :

TABLEAU I.

Lot n° 1.		Lot n° 2.	
Nombre de graines germées.	Temps après lequel la germination a débuté.	Nombre de graines germées.	Temps après lequel la germination a débuté.
3	7 jours	16	1 jour 1/2
4	10	19	2
6	14		
7	17		
8	19		
11	22		
15	23		
17	24		
18	26		
19	28		
20	30		

» Un deuxième essai a été fait avec les lots suivants :

» *Premier lot.* — Une rangée longitudinale comprenant 20 graines. Humidité : 53,1 pour 100 du poids humide.

» *Deuxième lot.* — Une rangée longitudinale comprenant 20 graines. Humidité : 39,58 pour 100 du poids humide.

» *Troisième lot.* — Une rangée longitudinale comprenant 15 graines. Humidité : 37,41 pour 100 du poids humide.

» Ces trois lots provenaient du même épi ; le premier avait été réparti dans les tubes immédiatement après la cueillette ; le deuxième avait été conservé pendant 8 jours au laboratoire et avait perdu, de ce fait, une partie de son eau ; le troisième fut desséché modérément à l'étuve à 30° sur de l'acide sulfurique de faible concentration pendant 8 jours. Les résultats qu'ils ont fournis sont réunis dans le Tableau II.

TABLEAU II.

Premier lot.		Deuxième lot.		Troisième lot.	
Nombre de graines germées.	Temps après lequel la germination a débuté.	Nombre de graines germées.	Temps après lequel la germination a débuté.	Nombre de graines germées.	Temps après lequel la germination a débuté.
	jours		jours		jours
1	10	5	2	9	2
2	14	9	3	15	3
2	34	12	4		
		15	5		
		16	6		
		17	10		
		18	12		
		20	14		

» Les graines, qui germent très mal au moment où elles sont cueillies, acquièrent rapidement la faculté de germer lorsqu'on les dessèche plus ou moins rapidement. On voit également que la température de dessiccation agit, dans une certaine mesure, dans le même sens que la dessiccation; ceci résulte de l'examen des lots nos 2 et 3 du Tableau II. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le rôle des tourbillons dans l'érosion éolienne.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

« J'ai montré précédemment (1) quel rôle doit être attribué aux tourbillons dans l'action érosive des eaux courantes. C'est encore par le moyen des mouvements tourbillonnaires que doivent être expliqués un grand nombre des faits d'érosion produits par le vent (*érosion éolienne*).

» Les mouvements tourbillonnaires du vent sont encore moins fixes et constants que ceux des eaux courantes; et leurs effets sont en général plus rares et plus souvent oblitérés. Aux points où ils rencontrent le sol et les roches, les courants atmosphériques se heurtent et se déplacent, trouvant dans ce manque de fixité et ces incessantes variations de direction et d'intensité des causes de faiblesse; d'autre part, ils ont l'avantage de rencontrer pour ainsi dire partout à leur portée, dans la plupart des régions désertiques, les instruments d'attaque dont ils ont besoin, c'est-à-dire les grains ou la poussière de sable sec; et leurs moindres petits tourbillons, quoique incessamment interrompus, peuvent en tous points se mettre instantanément à l'œuvre. Ainsi la copieuse dispersion et distribution de l'instrument nécessaire compense l'inconstance de la force qui le manie.

» En outre, il faut le remarquer, une cavité même minuscule, une fois amorcée, est une poche qui retient et garde les particules de sable; dès que le courant agissant s'évanouit ou émigre, les grains de sable cessent d'user; mais, immobiles, ils restent toujours là; et, dès qu'un nouveau courant éphémère survient, le travail reprend. Bien mieux, la cavité rigide impose souvent aux courants inconstants qui l'abordent un mouvement de giration analogue à celui des tourbillons antérieurs : *en vertu de leur propre instabilité et variabilité*, les courants qui viennent aboutir à la cavité s'adaptent vite et aisément aux conditions imposées par cet atelier en miniature. En fin de compte, la succession multipliée de petits courants, se pliant aux exigences du travail déjà effectué et coopérant ainsi à la poursuite du même travail, équivaut à l'action longtemps poursuivie d'un même courant qui serait égal et constant; et le total de ces petits effets coordonnés équivaut à un effet beaucoup plus un et beaucoup

(1) Voir *Comptes rendus*, 14 février 1898, 7 août 1899, 20 mai 1902. Voir aussi : *Le travail des eaux courantes : la tactique des tourbillons* (*Mémoires de la Soc. fribourgeoise des Sc. nat., géol. et géog.*, t. II, fasc. 4, 1902, 72 p., 14 fig. et 2 cartons).

plus continu que la nature même de l'énergie éolienne n'aurait permis de le supposer.

» Ainsi s'expliquent des phénomènes d'érosion tourbillonnaire semblables à ceux que représente un échantillon de calcaire très compact et très dur, par moi recueilli dans le désert de Nubie, aux environs de la deuxième cataracte du Nil. Cette roche est traversée de part en part par des trous allongés semblables à des tuyaux d'orgue, de 12^{cm} de longueur et d'un diamètre à peu près constant variant de 17^{mm} à 20^{mm}; les parois extérieures portent des cannelures régulières qui ne sont autre chose que des trous du même ordre aux parois partiellement usées ou brisées (¹), Les uns et les autres résultent en toute évidence de la perforation exécutée par des tourbillons de l'air manœuvrant des grains de sable : toutes les parois de ces divers accidents d'érosion ont, en effet, le poli luisant qui caractérise l'usure produite par le sable sec. Ces parfaites marmites tourbillonnaires doivent être portées sans conteste au compte du vent.

» Il est assez rare, comme nous le disions au début, que les actions du vent se traduisent par des effets aussi caractérisés que ceux de l'échantillon ; mais à voir de pareils spécimens de l'usure par les tourbillons éoliens, on est en droit d'invoquer leur rôle pour expliquer la plupart des grandes actions destructives produites par le vent. Comme pour les eaux courantes, les tourbillons provoquent à titre d'agents exceptionnels beaucoup de faits dont l'aspect actuel ne révèle même plus leur directe intervention. Tous les curieux phénomènes que Johannes Walther a groupés sous le nom de *Deflation*, et qu'il a décrits dans ses deux Livres, *Die Denudation in der Wüste* et *Das Gesetz der Wüstenbildung* (*Pilzfelsen*, *Säulengänge* ou *Säulengallerie*, *Steingitter*, *Verwitterungsglöchern*, etc), sont les résultats du travail du vent qui attaque les roches, soit pour les démolir, soit pour les sculpter ; mais les effets énormes de ce travail ne sauraient se comprendre que par l'intervention indéfiniment renouvelée et multipliée des tourbillons. Par la même tactique tourbillonnaire, le vent détermine les phénomènes les plus considérables d'évidement et de creusement : ainsi doit être expliqué par exemple, de la manière la plus simple et la plus naturelle, le fait qui était signalé ici même il y a 13 ans par le géologue Contejean, je veux dire : ce « singulier tunnel », voisin de l'ancienne Corinthe, et creusé dans le grès

(¹) Des photographies de cet échantillon seront publiées prochainement dans les *Acta* de la *Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei*.

au-dessous d'une couche de calcaire très dur, par les souffles répétés et coutumiers du vent du Nord (¹). »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le courant et le littoral des Landes.* Note de M. L.-A. FABRE, présentée par M. de Lapparent.

« Un courant marin, constant et collé à la côte, longe du nord au sud le littoral landais. On l'attribue à une composante, vers le sud, du courant superficiel du nord-ouest qui, sous l'action des vents dominants, porte à la côte : j'attribue sa permanence à une autre cause.

» L'onde des marées atteint simultanément notre littoral océanique, du Socoa à Audierne. Mais, tandis que les variations d'amplitude de la pleine mer sont sensiblement les mêmes au nord et au centre (Lorient : $4^m,5$, Royan : $4^m,7$), elles atteignent leur minimum au sud, vers Bayonne ($2^m,8$).

» La ligne cotidale dessine donc, de Cordouan au fond du golfe, et à l'instant de la pleine mer, une pente sensible qui explique la constance et l'intensité du courant observées depuis longtemps pendant le jusant. Aujourd'hui, les sables qu'entraîne ce courant s'alignent en flèches, obstruant les passes et boucaux du littoral. Une fois atterris, ils sont chassés vers l'est par les vents du large qui les dressent en dunes.

» Lors du Pliocène, les torrents fluvio-glaciaires pyrénéens, issus du Plateau de Ger, évacuaient directement dans l'Océan, par une suite d'estuaires dont certains étangs côtiers sont les restes, leurs sables argilo-caillouteux étalés sur un substratum d'*argiles bigarrées* et de *sables fauves* helvétiens. On trouve le cailloutis du *Deckenschotter* à la base du sable des Landes, sur le plafond de divers étangs côtiers, dans tous les sondages de la région. Les galets sont mélangés aux sables de plage sur tout le littoral, à l'ouest duquel les cartes lithologiques sous-marines mentionnent d'importants gisements caillouteux. Les dragages ont fait retrouver des cailloux pyrénéens très au large du golfe sur la plate-forme précontinentale.

» Le phénomène du déplacement des thalwegs vers l'est et celui des captures, étudiés en haute Gascogne, expliquent la formation de la Penéplaine landaise : les buttes d'*argiles bigarrées*, qui surgissent çà et là au milieu des sables pléistocènes, sont les *témoins* de cette abrasion. La capture des réseaux fluvio-glaciaires de Ger et d'Orignac par le Gave de Pau isola la Penéplaine de toute attache hydrographique pyrénéenne au fur et à mesure qu'elle s'alluvionnait par le retour éolien des sables littoraux et que se constituait son réseau hydrographique *conséquent* (²).

» Parallèlement à l'érosion continentale, et sous l'influence combinée de

---

(¹) *Érosions éoliennes* (*Comptes rendus*, t. CVIII, 1889, p. 1208-1209).

(²) L.-A. FABRE, *L'Adour et le Plateau landais* (*Bull. de Géographie histor. et descript.*, n° 2, 1901).

l'érosion marine et du courant des Landes, les indentations du rivage pliocène tendaient à s'aligner; les sables y édifiaient une première formation de dunes dites *anciennes*, orientées suivant les sinuosités de la côte primitive.

» Peu à peu, les progrès de l'alignement et la réduction des apports arénacés girondins, consécutive à l'atténuation des pluies pléistocènes et à l'action de la végétation continentale, ralentirent les ensablements et permirent la fixation spontanée des dunes *anciennes* par le boisement.

» Dans la suite, après le peuplement du bassin, la dénudation culturale ouvrit une ère nouvelle de charriages arénacés, d'ensablements littoraux. Les dunes *modernes* s'édifièrent du nord au sud le long de la côte désormais rectiligne sur près de 250^{km}.

» Cet alignement se maintient tel aujourd'hui par deux causes essentielles : le courant *permanent* du littoral des Landes et l'évacuation solide *croissante* de la Gironde.

» Le triage des troubles du fleuve et leur orientation par les courants littoraux, qui en atterrissent une grande partie, s'opère sur les hauts fonds voisins de l'estuaire. Au nord, les vases *légères*, dites *Terre de Bri*, vont aligner l'ancien persiliage des côtes saintongeoise et poitevine. La masse des sables *lourds* dirigée au sud, vers les Landes, prolonge les flèches et exhausse les fonds précontinentaux; les travaux de défense et de boisement littoraux ne permettent plus à ceux qui s'atterrissent de cheminer vers l'est (¹).

» Le littoral d'Aquitaine perd actuellement moins par l'érosion marine qu'il ne gagne par le fait des progrès de l'érosion continentale. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine de la coupure transversale de la Kosva (Oural du Nord)*. Note de M. **Louis Duparc**, présentée par M. Michel Lévy.

« La Kosva, en amont du village de Verkh-Kosva, coule sur une longueur de plusieurs kilomètres dans une vallée transversale, profondément encaissée, plus ou moins analogue à une cluse du Jura, mais beaucoup plus étendue. La rivière, si calme d'habitude, présente à cet endroit des rapides appelés, par les gens du pays, *touloum*, qui sont disposés selon deux barres distinctes, distantes l'une de l'autre de 3^{km} à 4^{km} environ. Le cours de la rivière, entre ces deux lignes de rapides, est relativement peu

(¹) L.-A. Fabre, *La magnétite pyrénéenne dans les sables gascons* (*Bull. de Géographie hist. et descript.*, n° 1, 1902).

accidenté. Cette coupure transversale de la Kosva est entièrement comprise dans la grande zone des quartzites et conglomérats qui, sur la Carte géologique de Russie (feuille Solikamsk-Tscherdyn) a été séparée des formations du dévonien inférieur. D'après Krotow, cette zone forme une grande voûte unique, dont le cœur est constitué par des quartzites compactes et des conglomérats siliceux, et les flancs par des variétés schisteuses représentées par des quartzites schisteuses et micacées, voire même des schistes chloriteux ou séricitiques d'origine détritique.

» Les travaux que je poursuis depuis 3 années sur le bassin supérieur de la Kosva ont démontré que cette zone des quartzites et conglomérats était plus compliquée que je ne l'avais supposé tout d'abord, et forme, en réalité, plusieurs anticlinaux distincts, qui sont généralement déjetés vers l'Ouest, présentent une grande régularité et se poursuivent souvent sur une assez grande longueur.

» Les anticlinaux sont généralement formés par les quartzites et par les conglomérats compacts, les synclinaux par les horizons schisteux représentés par des quartzites micacées et chloriteuses, des schistes détritiques, voire même des schistes argileux noirâtres, qui ne se distinguent en rien de ceux du Dévonien inférieur. Sur la rive droite de la Kosva, les quartzites et les conglomérats forment deux anticlinaux distincts, celui de l'Ostry vers l'Ouest et celui du Tscherdynsky vers l'Est; ce dernier se complique d'un petit repli secondaire qui, vers le Nord, prend une importance plus grande et forme la montagne du Soukhoï qui paraît terminer ladite zone de ce côté. Ces deux anticlinaux se retrouvent sur la rive gauche de la Kosva avec des caractères identiques. L'Ostry se continue par l'anticlinal du Dikar, et le Tscherdynsky par celui du Sloudky; le synclinal, assez resserré entre l'Ostry et le Dikar, s'élargit considérablement sur la rive gauche de la Kosva, il est occupé par les formations schisteuses du niveau supérieur aux quartzites et conglomérats, lesquels forment le cœur des anticlinaux. Les deux lignes de rapides indiquées, formées par des bancs disloqués de quartzites et conglomérats, s'alignent selon les axes des deux anticlinaux, la région du cours de la Kosva, comprise entre ces deux lignes, y est peu accidentée et coïncide avec celle du développement du synclinal dont les formations érodées par la rivière sont moins résistantes. L'étude de ces plis montre clairement que leurs axes s'abaissent rapidement aux approches de la Kosva. En effet, sur les éperons rocheux qui terminent l'Ostry et le Dikar vers le Sud et vers le Nord, on voit que les plis plongent en profondeur de part et d'autre de la Kosva. Cette disposition explique pourquoi cette rivière, dont le niveau en cet endroit est à peu près de 700^{m} au-dessous du sommet du Tscherdinsky, n'érode cependant pas des formations inférieures à celles qui forment les anticlinaux de l'Ostry et du Tscherdinsky.

» Il résulte de ces observations que la coupure transversale de la Kosva n'est autre chose qu'un ancien synclinal plus ou moins orthogonal

sur la direction des plis. Ce phénomène est analogue à celui qui a été observé dans certaines vallées alpines (vallées de l'Arve, du Borne, etc.) et il n'est pas impossible que les coupures transversales analogues, rencontrées sur d'autres cours d'eau de l'Oural, aient une même origine. »

GÉOLOGIE. — *Sur des gîtes de phosphate de chaux de la Craie à Bélemnites, formés avant le soulèvement du Bray.* Note de M. N. DE MERCEY, présentée par M. Michel Lévy.

« Des gîtes de phosphate de chaux, qui viennent d'être reconnus dans la Craie à Bélemnites, sur le bord même de la grande faille du Bray, à la hauteur d'Hanvoile, près de Songeons (Oise), fournissent une preuve évidente du dépôt de cette craie sur le Bray à une époque antérieure à son soulèvement.

» Déjà M. de Lapparent (¹) avait admis avec moi que la limite actuelle de la Craie à Bélemnites, prolongée du Vexin jusqu'aux environs de Péronne, résultait évidemment de l'ablation d'un dépôt qui s'étendait plus loin vers l'Ouest. La Craie à Bélemnites n'avait offert un aspect littoral que sur trois points situés très en dehors de cette limite, à Hardivillers, près de Breteuil; à Beauval, près de Doullens et à Dreuil-Hamel, près d'Abbeville où j'avais découvert des gisements du même étage dans lesquels la craie était grise, grenue, et n'avait plus les caractères typiques d'un dépôt de haute mer. Il était impossible de dire si des dépôts de ce genre s'étaient également formés en Normandie d'où l'érosion les aurait fait ensuite disparaître.

» Cette craie grise, indépendamment de ses caractères littoraux, possédait, comme je l'avais indiqué, une teneur en phosphate de chaux susceptible d'amener son exploitation comme matière d'engrais.

» On sait quelle a été, depuis une quinzaine d'années, l'importance des recherches visant en Picardie la découverte de cette craie phosphatée et des sables riches qui en dérivent.

» Il semblait possible d'établir, au moyen de ces découvertes, deux lignes de rivages de la mer de la Craie à Bélemnites.

» La *première,* bien jalonnée sur une longueur de 168^{km}, du Nord-Ouest au Sud-Est, par de nombreuses exploitations, partait du nord d'Auxy-Château pour passer notamment par les gîtes de Beauval, Ribemont-sur-l'Ancre, Éclusier-Vaux, Hardécourt, Templeux-la-Fosse, Hargicourt, Étaves, Ribemont-sur-l'Oise, etc., pour aboutir à Villers-devant-le-Thour, au nord d'Asfeld, aux confins de la Champagne.

» La *seconde ligne,* formant le littoral sud-ouest de cette mer de la Craie à Bélemnites sur une longueur de 75^{km}, n'était déterminée que d'une façon incomplète;

(¹) *Le Pays de Bray*, 1879, p. 152.

car, partant de Crécy-en-Ponthieu et Marcheville pour passer par Gorenflos et le groupe des gîtes de Sorel, Wanel, Hallencourt et Dreuil-Hamel, sa trace, après une lacune de 40^{km}, disparaissait complètement au delà des gîtes d'Hardivillers.

» Les gisements, qui viennent d'être reconnus à Hanvoile et aux environs, constituent donc, à une distance de 27^{km}, au sud-ouest du dernier gisement connu, un nouveau jalon qui, en raison de son emplacement sur le bord même du Bray, vient confirmer les prévisions géologiques antérieurement formulées.

» Il a, de plus, l'avantage, tout en conduisant à compléter les recherches dans cette partie de la Picardie, d'ouvrir, au delà du Bray, un nouveau champ d'explorations pénétrant en Normandie.

» Et même il ne semble pas impossible d'espérer que le contour de ce littoral ne puisse être poursuivi, un jour, à travers la Champagne, pour venir rejoindre Asfeld, en fermant le tracé de ce golfe de la Craie à Bélemnites.

» Il est donc bien démontré que le Bray a été recouvert par la mer de la Craie à Bélemnites, tout au moins dans sa partie orientale. Il n'est pas possible de dire s'il existait déjà un dôme; mais, ce qui est certain, c'est que l'épaisseur des couches de Craie à *Micraster Cor-anguinum* et à *Micraster Cor-testudinarium* est très faible.

» C'est au voisinage des affleurements de la Craie à *Micraster breviporus* qu'ont été effectuées des recherches ayant fait reconnaître divers gîtes composés de craie et de sables phosphatés tout à fait analogues à ceux antérieurement connus. »

HYDROLOGIE. — *Sur l'origine des lapiaz et leur relation avec les abîmes et l'hydrologie souterraine des calcaires.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les lapiaz, rascles, karren, schratten, etc., des calcaires, que l'on rencontre aussi dans les schistes, le gypse, le grès (de Martonne, *Comptes rendus Soc. géologique*, 23 janvier 1899) et le granite (chérats du mont Pilat) sont généralement attribués à l'action chimique ou corrosion des pluies et neiges, chargées d'acide carbonique (V. Heim, Tietze, Neumayr, Becker, Ratzel, Van den Broeck, Bougert, Chaix, Eckert, Duparc, etc.).

» Sans nier l'importance du facteur chimique, je pense, après avoir, depuis 1882, examiné les principaux lapiaz des Alpes et de la France, qu'ils ne doivent pas leur origine entièrement à la corrosion, mais que le rôle *mécanique* de l'eau *courante*, même contemporaine, est très influent.

» En effet, on n'a jusqu'ici étudié les lapiaz que dans les régions alpestres élevées.

» Or, il en existe de véritables dans des plaines, plateaux et fonds de vallées de faible altitude.

» Comme *lapiaz de rivières, ou des fonds de vallées,* il faut citer ceux du pont des Oules près Bellegarde (Ain), de la sortie des gorges du Fier (Haute-Savoie), des gorges de l'Ardèche près Saint-Marcel (Ardèche), des cataractes du Sautadet près Bagnols (Gard) (voir F. Mazauric, *Spelunca*, 1900, p. 31), de Bétharram et d'Orthez (Basses-Pyrénées), etc., qui montrent clairement comment la Valserine, le Fier, l'Ardèche, la Cèze, le gave de Pau sont, de nos jours encore, activement occupés à creuser *mécaniquement*, dans les calcaires du crétacé inférieur, les détails de ciselure des karren alpestres, avec des *gouffres* plus ou moins remplis d'eau, atteignant jusqu'à 30^m et 40^m de profondeur. Dans le granit, M. J. Brunhes a trouvé des manifestations analogues, à la première cataracte du Nil, à Assouan (voir *Comptes rendus*, 7 avril 1899, et *Société fribourgeoise des Sciences naturelles*, t. II, 4e série, 1902).

» La mer, elle-même, a *érodé* des reliefs lapiazés dans les schistes ardoisiers de Kilkee (Irlande); les porphyres de l'Estérel (Var); les schistes de Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées); les calcaires miocènes de la côte sud-est de l'île Majorque (Baléares), etc., etc. Enfin les rascles d'*érosion* abondent dans toutes les rivières souterraines.

» On ne peut donc pas soutenir que la force *vive* et le frottement des eaux courantes et des matériaux qu'elles entraînent soient moins destructifs que l'usure lente produite par la morsure des pluies et des ruissellements acidulés.

» D'ailleurs, les trois grands chaos rocheux de Mourèze (Hérault) (altitude 200^m), du bois de Païolive (Ardèche) (altitude 200^m), de Montpellier-le-Vieux (Aveyron) (altitude 750^m), sont aussi d'immenses lapiaz exagérément développés.

» Les dolomies jurassiques y ont été *rasclées* de 30^m à 100^m de profondeur par les rivières, jadis beaucoup plus puissantes, de la Dourbie (Mourèze) et du Chassezac (Païolive) et par le grand courant, sans doute tertiaire qui a jadis traversé le Causse Noir et affouillé Montpellier-le-Vieux.

» Similairement j'ai constaté que les classiques *lapiaz de sommets* du Parmelan et du désert de Platé (Haute-Savoie), des Silbern et Karren Alp (Glärnisch, Suisse), du Steinernes Meer et du Dachstein (Autriche), représentent *topographiquement des portions nettement dessinées d'anciens thalwegs desséchés,* avec une pente souvent très accentuée vers des vallées actuelles plus profondes.

» Les mouvements tectoniques tertiaires et même pléistocènes qui ont provoqué la surrection des Alpes et, selon les théories de MM. Marcel

Bertrand, Schardt, Lugeon, les plissements et le charriage des Préalpes calcaires, permettent de comprendre comment ces tronçons de thalwegs se trouvent maintenant suspendus sur leur socle à plusieurs centaines de mètres en l'air, tandis que leurs portions disparues ont été détruites par les effets des dislocations ou par des dénudations postérieures.

» Au Parmelan même il y a eu double intersection de la vallée primitive, à 1000^{m} environ plus haut que les torrents actuels de la Fillière au nord et du Fier, au sud, et ce lapiaz occupe aujourd'hui un large berceau ou gouttière fortement penché vers le nord et représentant la partie médiane du thalweg, où de puissants courants ont dû circuler avant la présente période géologique.

» Au surplus, j'ai, *sans exception aucune,* trouvé, parmi tous les lapiaz suivants, ces puits naturels et points d'absorption des eaux superficielles, qui ont progressivement, et dans toutes les formations calcaires, substitué une circulation souterraine au primitif ruissellement extérieur, et créé les résurgences, dites à tort *fontaines vauclusiennes*, savoir :

» Lapiaz de la forêt des Arbailles (Basses-Pyrénées), avec les *lesias* (gouffres) d'Ahusquy, etc., et les sources de la Bidouse, d'Aussurucq, etc. ; rascles des Gras, avec les *avens*, goules et sources de l'Ardèche, de la Braunhie (Lot) avec les *igues* du Causse de Gramat, et les sources de l'Ouysse ; du Ventoux avec les avens et la fontaine de Vaucluse; du Dévoluy (atrophiés par les glaciations quaternaires) avec les chouruns et la fontaine des Gillardes, etc. ; de Fondurle, de Lente, de Vassieux, etc. (Drôme), avec les *scialets* et sources du Vercors ; lapiaz du Parmelan, avec leurs puits à neige qui refroidissent les sources tout autour de la base du massif ; du désert de Platé, avec les gouffres des Verts, etc., et les sources de Magland ; *burrens* de Galway avec leurs *sluggas* et *turloughs* (Irlande) ; rascles de l'île Majorque (Baléares) à Porto-Cristo (Miocène) avec la Cueva del Drach et à Valldemosa (Jurassique) avec de profonds abîmes inexplorés et la Fuente de la Cova, etc. ; Montpellier-le-Vieux et Païolive aussi sont percés d'avens et distillent des sources, et je viens d'établir l'étroit rapport entre les karren fissurés des Glärnisch (*Voir* Heim, *Ann. Club alpin suisse*, 1877-1878, p. 421, et *Atlas Siegfried*, f. 399 et 400) et l'alimentation de la source du Höll-Loch ou schleichende Brunnen (*Comptes rendus*, 4 août 1902); déjà Simony avait reconnu que le massif du Dachstein a des glaciers (Schladming et Karls-Eisfeld) sans émissaire aérien, et toute une circulation souterraine (caverne de Koppenbrüll) (voir *Dachstein-Gebiet*, Vienne, 1891).

» Il est indubitable que l'on constatera les mêmes faits aux karren de l'Ifen (Bavière) (*voir* Eckert, *Peterm's Mittheil.*, 1898, et *Der Gottesacker-Plateau*, Innsbruck, 1902), et du Steinernes Meer (*voir* H. Crammer, *Peterm's Mittheil.*, 1897, p. 42 ; et 1902, p. 9).

» Cette relation *absolue et générale* entre les abîmes ou points d'absorption du calcaire et les lapiaz est donc une véritable loi géologique et hydrologique. Elle ne semble pas avoir encore été formulée et, en tous cas, elle

justifierait à elle seule la nouvelle explication que je propose pour la formation *originaire* sinon de tous, du moins d'une grande partie des lapiaz ou karren, tant de rivières que de sommets ; sous cette réserve d'ailleurs *qu'actuellement* ce n'est plus guère que l'action *chimique* des eaux météoriques (pluies et neiges acidulées) qui trouve à s'exercer, avec un *facies* différent et sur une échelle bien plus faible, parmi les lapiaz de sommets. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des agents de catalyse sur le fonctionnement de l'organisme : spermine, cérébrine et chloradrénal.* Note de M. **Alexandre de Poehl**, présentée par M. A. Gautier.

« D'après Ostwald les agents catalytiques n'influent que sur la durée des processus chimiques, non sur leur nature. Il propose de nommer les corps qui les accélèrent *catalyseurs positifs* et les corps qui les retardent *catalyseurs négatifs*.

» Les catalyseurs d'oxydation dans l'organisme sont les oxydases. Parmi elles, la *spermine* ($C^5H^{14}Az^2$, d'après mes recherches), produit de désintégration des leucocytes, joue le principal rôle.

» J'ai démontré son influence sur les processus d'oxydation par diverses expériences de laboratoire : transformation du magnésium en magnésie, des aldéhydes benzoïque et salicylique en acides correspondants, etc.

» Physiologiquement, cette influence a été établie par le Prince Tarkhanoff, les professeurs Senator, Lœwy, Richter, etc., sur des animaux dont l'énergie d'oxydation était abaissée par section de la moelle, infections, intoxications avec le chloroforme, l'oxyde de carbone, le gaz d'éclairage, le cyanure de potassium, etc. Ces poisons plasmatiques retardent les oxydations; ils agissent comme catalyseurs négatifs. Leur effet nuisible est neutralisé par l'influence des catalyseurs positifs, la *spermine* en particulier.

» Dans les cas d'intoxications, par suite d'abaissement de la respiration tissulaire, dans la neurasthénie, le tabes, etc., la spermine possède aussi une action très favorable.

» D'ailleurs, son influence sur le coefficient d'oxydation azotée qu'elle élève a été démontrée par de nombreuses analyses d'urine.

» La *spermine* est bien un catalyseur, car déjà une quantité de $0^g,00026$ par kilogramme de poids corporel possède un effet thérapeutique très net.

» Dans la respiration tissulaire, en même temps que la *spermine,* intervient une autre série de ferments constituée par le groupe des leucomaïnes du tissu nerveux. Je lui ai donné le nom de *cérébrine* par suite de la terminologie que j'ai adoptée.

» La *cérébrine* paraît agir sur l'excrétion des produits de déchets par hydrolyse.

» En effet, l'excrétion des déchets du tissu nerveux, que je mesure avec Zuelzer par

lerapport de l'azote total à l'acide phosphorique, ne dépend pas seulement de l'énergie des processus d'oxydation. Dans certains cas de neurasthénie, d'alcoolisme, certaines phases de l'épilepsie, il se produit une rétention des leucomaïnes, sans que les processus d'oxydation aient sensiblement diminué.

» La *cérébrine,* donnée par voie buccale ou sous-cutanée, favorise l'excrétion des leucomaïnes et augmente le rapport de Zuelzer.

» Krainsky, Stange, Lion, Pantschenko, Tshetshott ont observé cliniquement les effets favorables de la cérébrine dans l'alcoolisme, la neurasthénie, certaines épilepsies, etc.

» Les observations de Babès, Constantin-Paul, Dufournier, Hammond, Robertson, Romanoff et d'autres, montrent les résultats favorables obtenus en employant opothérapiquement la substance cérébrale dans les maladies nerveuses.

» On peut en dire autant des effets de destruction du poison tétanique qu'ont observé Wassermann et Takaki.

» Depuis 1895, je donne à l'ensemble des agents actifs extraits d'un organe le nom de cet organe suivi du suffixe *ine*. J'ai isolé des capsules surrénales la *suprarénaline*, qui contient, outre l'*adrénaline,* les autres leucomaïnes de la glande surrénale. L'adrénaline ne contenant pas l'ensemble des bases actives de la glande et étant insoluble, je propose le nom de *chloradrénal* à ce principe uni à l'acide chlorhydrique.

» L'*adrénaline* ($C^{10}H^{15}AzO^4$) de Takamine, produite en 1901, est la base du *chloradrénal* ($C^{10}H^{15}AzO^4HCl$) que j'ai isolé et obtenu très pur.

» D'après mes recherches, le *chloradrénal* est un catalyseur de réduction par excellence. Il *accélère les processus de réduction, même à la dilution de un millionième.* Cet effet peut se constater *in vitro* sur les sels ferriques, ceux d'or, d'argent, l'acide iodique étendu, etc., qui sont tous réduits.

» On sait que l'influence du *chloradrénal* sur la vasoconstriction est très considérable : elle se fait sentir même en employant des solutions à $\frac{1}{20000}$.

» L'action toxique du *chloradrénal* est une conséquence de ses propriétés réductives. Chez le lapin, 6^{mg} par voie sous-cutanée produisent une forte glycosurie (2 pour 100) avec un grand abaissement du coefficient d'oxydation azotée. Le professeur Prince Tarkhanoff a constaté qu'une dose de $0^g,02$ à $0^g,04$ de *chloradrénal* par voie sous-cutanée provoque la mort du lapin en 20 ou 30 minutes par asphyxie et avec un rapide abaissement de température. Tous ces faits montrent que le chloradrénal est bien un catalyseur de réduction. Ce qui le montre encore, c'est que la *spermine,* catalyseur d'oxydation, en détruit les effets : on peut prolonger la vie des animaux intoxiqués par le *chloradrénal* en leur injectant la spermine par voie sous-cutanée (Prince Tarkhanoff).

» Dans l'organisme il existe des régulateurs des réactions catalytiques; c'est ainsi que les processus d'oxydation de la *spermine* se trouvent en relation avec l'alcalinité du sang. Dans tous les états de fatigue il se fait une accumulation de produits organiques acides, tels que l'acide lactique, qui diminuent l'alcalinité du sang et en même temps, comme je l'ai démontré, les effets catalytiques d'oxydation de la *spermine.* Mais l'alcalinité du sang ne peut jamais dépasser une certaine limite, car, par suite de l'oxydation des acides organiques, la pression de l'acide carbonique dans les tissus se trouve augmentée et l'alcalinité s'abaisse, ce qui constitue un des mécanismes de régularisation des processus d'oxydation.

» Je pense que l'influence téléologique du *chloradrénal* se manifeste dans la vie cellulaire surtout par son action dans le noyau. Les remarquables travaux du professeur Armand Gautier ayant montré que les phénomènes de réduction se passent sans cesse dans le noyau et dans les parties profondes du protoplasme, j'ai cherché le *chloradrénal* non seulement dans les glandes surrénales, mais aussi dans les autres organes, et j'y ai trouvé des substances réductrices qui en sont très voisines. Presque identiques au *chloradrénal*, ces substances sont évidemment les catalyseurs de réduction.

» Les capsules surrénales sont-elles chargées d'accumuler seulement le *chloradrénal* formé ailleurs, comme le veut Battelli? C'est là un point sur lequel mes travaux ne me permettent pas encore de me prononcer.

» Je pense que la plupart des *toxines* sont des catalyseurs négatifs des processus d'oxydation. La cérébrine et la spermine combattent utilement leurs effets. »

MÉDECINE. — *Les maladies de la déminéralisation organique. Anémie plasmatique.* Note de M. **Albert Robin**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Il existe un groupe d'états morbides qui reconnaissent comme l'une de leurs conditions, sinon de leurs causes, soit une déminéralisation de l'organisme, soit une inaptitude des plasmes et des tissus à fixer les principes inorganiques de l'alimentation.

» Parmi ces maladies, mes recherches permettent d'individualiser déjà les types suivants comme premiers termes de la série :

» *a*. La phtisie pulmonaire ;

» *b*. Le phosphorisme ;

» *c*. Une variété particulière d'hémoglobinurie ;

» *d*. Diverses albuminuries qui, d'abord fonctionnelles, peuvent aboutir à la maladie de Bright, comme les albuminuries phosphaturiques et les albuminuries dyspeptiques ;

» *e*. Un groupe important d'anémies, parmi lesquelles certaines présentent toutes les allures cliniques de la chlorose.

» La *chlorose* n'est pas une entité morbide, mais bien un ensemble symptomatique qui relève de conditions morbides fort dissemblables réclamant des traitements différents, puisque ce qu'il faut traiter, ce n'est pas l'expression symptomatique dénommée *chlorose* ou *anémie*, mais bien les procédés morbides qui aboutissent à cette expression.

» La déminéralisation organique est l'un de ces procédés. Les chloroses et les anémies qui en relèvent offrent certaines particularités cliniques qui permettent de les soupçonner et sur lesquelles je reviendrai plus tard. Mais, pour les reconnaître à coup sûr, il faut pratiquer l'analyse comparative de l'urine et du sang. La déminéralisation est prouvée par l'augmentation du résidu minéral de l'urine et du coefficient

de déminéralisation et par la diminution corrélative de la minéralisation du sang.

» C'est ainsi que, d'une part, le coefficient de déminéralisation urinaire s'élève à 48 pour 100, au lieu de 30 pour 100, avec $0^{g},414$ de résidu inorganique par kilogramme de poids et par 24 heures, au lieu de $0^{g},270$, tandis que, d'autre part, le résidu inorganique du sang s'abaisse à $5^{g},6$ au lieu de la normale de 9^{g}.

» L'analyse démontre que cette déminéralisation porte sur le plasma sanguin dont l'équilibre salin est ainsi rompu, ce qui comporte, comme résultante immédiate, ou une altération des globules rouges, ou un retard dans leur renouvellement, ou une diminution de leur activité. De fait, dans le cas qui m'a servi de type, le nombre des globules rouges est tombé à 2329000, avec une valeur globulaire de 0,72, la normale étant l'unité.

» Cette variété d'anémie mérite donc le nom d'*anémie plasmatique*.

» Pour la traiter et la guérir d'une façon pour ainsi dire mathématique, il faut reconstituer l'équilibre salin du plasma sanguin. On y arrive assez rapidement par l'emploi d'une association de sels minéraux à divers principes organiques dont l'ensemble représente une sorte de *thériaque minérale*.

» Cette reconstitution minérale du plasma sanguin demande de 15 à 50 jours, suivant les cas. Elle se traduit par une augmentation de la minéralisation du sang et par une diminution du résidu inorganique de l'urine, malgré l'ingestion journalière des sels minéraux médicamenteux.

» Après traitement, le résidu inorganique de l'urine s'abaisse à $0^{g},361$ par 24 heures et par kilogramme de poids; le coefficient de déminéralisation urinaire tombe à 35,97 et les matières inorganiques du sang reviennent à la normale avec le chiffre de $8^{g},85$.

» En même temps, la densité du sang monte de 1045 à 1050 et ses matières organiques passent de $191^{g},6$ à 204^{g} par litre.

» Quand l'équilibre salin du plasma sanguin est rétabli, il convient, dans une seconde étape thérapeutique, d'instituer la médication ferrugineuse, qui agit alors avec une surprenante rapidité sur les signes extérieurs de la chlorose. Mais on peut éviter aussi ce second traitement en associant directement, et dès l'abord, les ferrugineux à la médication saline.

» Le diagnostic et le traitement de l'anémie plasmatique fournissent une preuve de la certitude qu'acquiert la thérapeutique quand elle est fondée sur les procédés exacts de la Chimie pathologique. »

M. **P. de Viviès** adresse une Note ayant pour titre : « Théorème du point symétrique et quelques-unes de ses conséquences ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

M. **Bouquet de la Grye** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Il est dans la vie civile, en dehors de la naissance et de la mort, des circonstances qui peuvent se répéter, le Code y pourvoit, l'Église catholique admet que certains sacrements soient administrés plusieurs fois; on peut être nommé à deux reprises, nous l'avons vu, membre de la même Académie, mais jamais, au grand jamais si la coutume avait été observée, la dignité de Président n'aurait été conférée deux fois à l'un de nos Confrères.

» Aucune règle ne porte pourtant pareille interdiction, mais elle se base sur une loi de mortalité qui paraît sérieusement établie, et l'un de nos savants Confrères pourrait seul supputer la probabilité qu'un dernier élu arrivât à la présidence, tandis que le plus âgé des Membres, pour le moins centenaire, deviendrait vice-président.

» Messieurs, cet honneur unique rend très fier son titulaire : il lui est donné, quelle que soit son humilité, de parler au nom de l'Académie lorsqu'elle applaudit à des succès et aussi hélas lorsqu'elle pleure la mort de Confrères estimés et aimés.

» Messieurs, lorsqu'on arrive à la fin de cette présidence et pour mieux dire des deux années que l'on a passées au Bureau, on voit mieux qu'étant assis au milieu de vous, le rôle important que joue dans notre état social l'Académie des Sciences. On a vite dit, au dehors : les séances n'ont pour trame qu'une énumération rapide de faits rarement suivis d'une discussion, mais cette collection ininterrompue de découvertes répandues par les *Comptes rendus* est le plus puissant des stimulants que l'on puisse donner à la Science. Aussi nos volumes vont-ils en grossissant et la Commission administrative a-t-elle souvent quelque peine à en solder l'impression.

» C'est pendant les deux années passées dans cette Commission, où le pouvoir exécutif est si bien rempli par les deux Secrétaires perpétuels, que j'ai pu juger du soin avec lequel sont gérés les intérêts de la Science et de l'Académie.

» Nous pourrons bientôt, Messieurs, saluer le moment où, grâce à deux grosses donations non affectées à des prix, la gêne actuelle va disparaître et l'Académie pourra alors, d'une façon plus efficace, venir en aide à des savants.

» Je dis ceci, Messieurs, parce qu'à regarder l'ensemble des prix que nous décernons, on peut nous croire très riche. Leur total s'accroît, en effet, très rapidement : de 110000^{fr}, en 1874, il a passé, cette année, à 317000^{fr}. Mais, à la vérité, dans ce chiffre sont compris deux sommes de 100000^{fr}, dout on ne distribue guère que le revenu, le capital devant être donné, d'une part, à l'astronome qui conversera avec les habitants d'un astre autre que Mars et à celui qui aura trouvé un remède contre le choléra. Si les candidats se sont présentés, ils n'ont pas été agréés.

» Messieurs, dans cet ensemble de prix dont on va donner la liste, les Mémoires couronnés pourraient tous attirer votre attention, mais l'analyse en a été faite dans de savants rapports et je ne puis qu'y renvoyer.

» Vous m'excuserez pourtant si je vous demande de faire une exception pour ceux qui touchent à la Section de Géographie et de Navigation, ne pouvant me détacher de ce qui a été l'objet des occupations d'une bonne partie de ma vie.

» La Géographie était assez oubliée au milieu du siècle dernier; le public ne s'intéressait que peu aux entreprises coloniales, et les testaments des personnes amies de la Science contenaient plutôt des legs en faveur des progrès de la Médecine qu'à des découvertes dans des pays inconnus.

» Aujourd'hui, en revanche, être explorateur est un titre qui conduit souvent à un emploi; si quelques voyageurs ont payé leurs découvertes de leur vie, d'autres sont devenus célèbres et, l'an dernier, l'Académie a très justement décerné le grand prix à la Mission Foureau.

» Cette année-ci, elle est très heureuse de donner une partie du prix Binoux à M. Marcel Monnier, explorateur en Chine, ayant parcouru 30000^{km}, dont 12000^{km} levés à la boussole. 28 Cartes contiennent ce remarquable levé.

» Le prix Gay a été attribué au colonel Berthaut.

» La France, oublieuse de ses gloires, ne connaissait guère les travaux des ingénieurs des camps et armées et le rôle rempli, pendant la première

moitié du siècle dernier, par les ingénieurs géographes. M. Berthaut a réhabilité les uns et les autres et fait surtout connaître que c'est à ces derniers que l'on doit la triangulation de la France et la mise en train de la Carte au $\frac{1}{80000}$. La suppression du Corps de géographes en 1832 a été un gros malheur et une lourde faute, et il a fallu 20 ans d'efforts pour les réparer. Nos officiers mesurent à nouveau, à l'heure actuelle, sous le patronage de l'Académie, le méridien de Quito.

» Le prix Tchihatchef doit être décerné à des naturalistes qui auront fait des explorations dans le continent asiatique. M. Sven Hedin a rempli ces conditions en parcourant pendant 3 années les plateaux neigeux du Pamir et, pendant 3 autres années, le Turkestan chinois et le Thibet. A deux reprises différentes, il essaya d'atteindre Lhassa, mais fut arrêté par des détachements armés. L'itinéraire de M. Sven Hedin s'étend sur une longueur de 10000^{km} et ses collections forment un ensemble rare de choses inédites.

» J'ai placé en dernier lieu le prix extraordinaire de la Marine parce qu'une partie revient seule à la Géographie. Il s'agit du levé de la côte ouest de Madagascar, fait, avec les méthodes les plus précises, par M. Driencourt, ingénieur hydrographe. La portion la plus importante du prix est donnée à M. Romazotti et n'a été l'objet d'aucun rapport. L'Académie récompense ici un ensemble de travaux qui ont permis à notre pays de construire des submersibles ayant rempli toutes les conditions imposées aux ingénieurs.

» Messieurs, après la navigation sous la mer, il en est une autre qui passionne à l'heure actuelle les inventeurs de tous les pays, et des catastrophes successives ne les arrêtent pas. Nombre de Mémoires sur ce sujet arrivent chaque année à l'Académie, et sont renvoyés à une Commission spéciale qui, après avoir été réorganisée, vient de commencer ses travaux. Un Rapport a déjà été publié dans les *Comptes rendus*, d'autres suivront montrant l'intérêt que porte l'Académie à une science nouvelle. Elle le prouve en donnant, cette année, un prix aux frères Renard.

» Vous savez que des initiatives privées ont déjà fourni et promis des subventions pour certaines réalisations dans la marche des ballons, nous croyons personnellement que le problème plus général de l'aviation ne peut manquer d'être bientôt résolu, puisque l'on construit des machines puissantes extra-légères avec lesquelles on obtient des rotations atteignant 20000 tours par minute. Dans ces conditions l'air peut être un point d'appui.

» Messieurs, l'an dernier nous avions assisté dans l'amphithéâtre de la Sorbonne à une cérémonie où les Savants du monde entier étaient venus apporter des médailles, des diplômes et des adresses à notre illustre Secrétaire perpétuel, M. Berthelot, à l'occasion du cinquantenaire de ses travaux.

» Cette année une cérémonie plus intime, mais très touchante, a eu lieu au Muséum. Il s'agissait du cinquantenaire du professorat de notre Vice-Président et ses élèves, ses collègues et ses amis étaient venus lui dire toute l'estime qu'il leur avait inspirée et combien avait été fructueuse pour la Science sa vie tout entière.

» Il est encore d'autres faits qui ne peuvent être passés sous silence dans nos annales de 1902. Un sinistre effroyable, tel que l'histoire d'aucun pays n'en contient de semblable, est venu frapper une de nos vieilles colonies, faisant en quelques minutes 30000 victimes, puis quelques jours après de nouvelles hécatombes.

» L'Académie, sur la demande du Ministre des Colonies, a envoyé à la Martinique une mission de trois savants; des rapports ont été remis par eux, expliquant du mieux possible, d'après un ensemble de témoignages, la marche de ce cyclone de feu. M. Lacroix est retourné depuis dans l'île pour organiser des stations autour du volcan, afin de suivre, s'il était possible, la marche du phénomène et de déceler les signes prémonitoires des éruptions.

» Hélas! à considérer le passé cela semble bien difficile. La terre que nous foulons est bien peu solide, les géologues nous affirment qu'elle a été autrefois le siège de cataclysmes effroyables et ne répondent nullement que la stabilité du sol soit désormais assurée. Les études faites aux observatoires du Vésuve et de l'Etna n'ont pu donner, jusqu'à présent, de prévisions à longue échéance; pourra-t-on faire mieux a la Martinique? Espérons-le; quoi qu'il en soit, un travail interne paraît se faire, puisque des éruptions sont signalées tout autour du globe, et l'opinion publique en Allemagne et ailleurs s'en préoccupe.

» Nous avons reçu, en effet, par voie diplomatique, le vœu formé dans un Congrès, de confier à une institution internationale le soin d'étudier les mouvements du sol d'ordre séismique, ils font d'ailleurs l'objet de recherches spéciales dans certains pays.

» La Commission de l'Académie qui a été chargée d'examiner cette question, tout en pensant que de pareilles études rentrent dans le cadre de celles auxquelles se livre l'Association internationale géodésique, a demandé sur ce sujet l'avis du Bureau international des Académies, organe

dont la création est récente. La question avait, en effet, été portée devant plusieurs Académies; il était naturel que leur Association s'en occupât.

» Je terminerai, Messieurs, l'exposé de nos travaux en rappelant que M. Doumer, gouverneur général de l'Indo-Chine, nous a proposé d'envoyer au Tonkin une mission scientifique permanente dont la colonie ferait tous les frais. Les statuts de cette organisation sont presque copiés sur ceux d'une institution analogue placée sous le patronage de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, et qui fonctionne régulièrement; notre Compagnie les a discutés, et ils ont été approuvés par le Ministre. Nous avons, le mois dernier, proposé au nouveau Gouverneur la nomination du Directeur de la Mission, et, ces jours-ci, celle de ses subordonnés; tout nous fait espérer que, comme son aînée, cette création aura des résultats heureux pour la Science française.

» Messieurs, me voici arrivé à un point douloureux de ma tâche, je dois rappeler ici le souvenir de ceux de nos Confrères qui nous ont été enlevés cette année, et malheureusement le nombre en est grand. Sept d'entre eux ont disparu en 1902, et c'est un chiffre bien rarement atteint.

M. Cornu figure le premier sur cette liste nécrologique; il était entré, en 1860, à l'École Polytechnique et, grâce à son rang de sortie, avait pu choisir la carrière très disputée des Mines. On sait que nombre d'ingénieurs de cette Administration sont devenus Membres de notre Académie, la tradition et la nature de leurs travaux les poussent à s'occuper des recherches scientifiques; Cornu avait une véritable passion pour la Physique, il s'y adonna entièrement. La vie de laboratoire était sa vie : doué d'une habileté manuelle étonnante, il imaginait et construisait constamment de nouveaux instruments pour déceler tels phénomènes compliqués de l'Optique.

» Puis ce furent des expériences pour donner un chiffre plus exact de la densité de la Terre.

» On sait qu'en utilisant un procédé imaginé par M. Fizeau dont il était l'élève et l'ami, il s'occupa des recherches sur la vitesse de la lumière. Le chiffre qu'il donna, à la suite des belles expériences faites entre l'Observatoire et la tour de Montlhéry, est aujourd'hui adopté par les physiciens; mais il ne le satisfaisait pas entièrement, il voulait partir de distances énormes et rêvait de mesurer les temps employés par la lumière pour aller du mont Mounier en Corse et en revenir.

» Mais pour réussir, il fallait operer par étapes successives, et vous avez

entendu, ces jours-ci, l'habile Directeur de l'Observatoire de Nice donner des premiers résultats qui auraient enchanté M. Cornu.

» Notre Confrère, Membre de l'Institut dès 1878, avait été nommé au Bureau des Longitudes en 1886. Sa collaboration était précieuse, il lui avait donné des Notices sur l'électricité et les dynamos, du plus haut intérêt.

» M. Cornu est mort en pleine activité scientifique, sa perte est cruelle pour l'Académie et pour sa famille qu'il adorait.

» Après M. Cornu, l'Académie a appris avec un douloureux étonnement la mort d'Henri Filhol; il n'était des nôtres que depuis 5 ans, mais il y en avait 30 que l'Académie le connaissait. En 1876, elle lui avait décerné le prix Delalande-Guérineau, en 1879 le grand prix des Sciences physiques, et en 1883 le prix Petit d'Hormoy, toutes récompenses justement méritées, car Filhol sacrifiait tout à la science qu'il cultivait, jusqu'à une partie de sa fortune.

» Messieurs, j'ai perdu en Filhol un véritable ami, mais l'éloge que j'en puis faire, je l'ai trouvé dans toutes les bouches et partout ou il a passé il n'a trouvé que des sympathies.

» Je n'énumérerai pas ici ses travaux, la nomenclature a été faite par le savant Directeur du Muséum; elle seule non seulement sauverait son nom de l'oubli, mais le placerait à la suite de ceux des Cuvier, des Blainville et des Geoffroy Saint-Hilaire.

» Le public peu savant pourra, de son côté, mesurer la reconnaissance que l'on doit à l'organisation de la belle galerie du nouveau bâtiment du Muséum. Filhol est mort d'un excès de travail, fait qui n'est pas rare parmi ceux qui se sont assis dans cette enceinte, et il emporte tous nos regrets.

» Messieurs, après avoir frappé deux jeunes Confrères, la mort est venue nous enlever nos deux doyens, MM. Faye et Damour.

» Le premier était Membre de l'Institut depuis 1847 et avait, à deux générations de savants, présenté des Mémoires sur les parties les plus élevées de la Science astronomique. En sortant de l'École Polytechnique où il était entré en 1832, il n'avait pas pris une carrière gouvernementale, mais, son père, ingénieur des Ponts et Chaussées, l'avait attaché à une société qui lui fit faire des nivellements et des études dans les landes de Gascogne et dans des terres de même formation en Hollande.

» Ces occupations n'allaient qu'à moitié à la nature de son esprit et il fut heureux d'entrer en 1842 à l'Observatoire dirigé alors par Arago.

» M. Faye voyait l'année suivante son nom déjà entouré d'une auréole de bon aloi. Il avait eu la chance de découvrir une comète et le talent d'en calculer tous les éléments. L'année suivante il donnait ceux de la comète de Vico.

» Après des travaux sur les mouvements propres des étoiles, M. Faye aborda la détermination de leur parallaxe et trouva pour une étoile de la Grande Ourse le chiffre le plus grand que l'on ait encore obtenu. Cette étoile, si voisine de notre Terre, met pourtant 3 années pour lui envoyer sa lumière.

» C'est à MM. Faye et Laugier qus l'on doit d'avoir inauguré, à l'Observatoire, l'Astronomie de précision en étudiant chacune des parties des observations à la lunette méridienne et en réduisant au minimum les chances des erreurs commises.

» Une autre question devait alors occuper l'esprit de notre Confrère; la loi de Newton paraissait être en défaut pour certaines comètes à leur passage au périhélie. M. Faye supposa que la chaleur solaire pourrait être répulsive, et cette hypothèse paraît se confirmer.

» Nous n'énumérerons pas la longue série des Mémoires qu'il a publiés; mais il est impossible de ne pas dire que pendant 20 ans il a été professeur à l'École Polytechnique et que ses leçons publiées forment un Ouvrage classique.

» M. Faye a eu une longue, glorieuse et heureuse existence; devenu le doyen des astronomes de l'Europe, tous s'étaient unis pour le féliciter lors du cinquantenaire de sa nomination à l'Institut.

» La plus haute distinction de l'ordre de la Légion d'honneur lui fut accordée par le Président de la République, au milieu d'un bal de la Société amicale de l'École Polytechnique.

» A un moment donné, M. Félix Faure, entouré de quatre Ministres, me pria d'aller chercher M. Faye et lui annonça la distinction qui, le matin, avait été arrêtée en Conseil des Ministres. Il ajouta qu'il était heureux de le complimenter au milieu de ceux qui, la plupart, avaient été ses élèves et lui donner une juste récompense de ses travaux.

» Il dit ensuite les choses les plus aimables à Mme Faye qui, en vérité, était plus que la doublure de l'âme de son mari. Elle n'a pu, du reste, lui survivre.

» Messieurs la mort d'un Associé étranger, M. Virchow a suivi de prés celle de M. Faye. M. Virchow avait été élu Correspondant de notre Académie en 1859, et sa réputation allait croissant en Allemagne et en France,

lorsque arrivèrent les événements de 1870. Son patriotisme fut-il à ce moment trop démonstratif, le fait est qu'on oublia un instant sa grande valeur scientifique, et ce ne fut qu'en 1897 que l'Académie lui décerna le plus grand honneur qu'elle pût accorder à un étranger. Virchow a été chef d'école, il a cherché dans l'altération de la cellule la première cause de sa maladie, et, en étudiant cette vie cellulaire, il a posé les premières bases de la Science pathologique.

» Dans un Congrès tenu l'an dernier à Berlin, Virchow avait pu voir avec quelle unanimité les médecins de tous les pays avaient acclamé son nom. Il est mort très âgé et son pays lui a fait de pompeuses funérailles. L'Académie avait envoyé à sa famille et à ses collègues l'expression de son admiration et de ses regrets.

» Messieurs, nous avons perdu M. Damour le 22 septembre dernier; il s'est éteint à l'âge de 93 ans. Il avait été élu Correspondant en 1862 et Académicien libre en 1878. Cette nomination était une consécration de 50 ans de travaux, et dans le rapport fait par M. Boussingault sur ses œuvres on peut voir combien il était digne d'être notre Confrère. M. Damour s'était spécialisé dans la recherche et dans l'analyse des minéraux. Il trouvait des espèces nouvelles là où des minéralogistes de talent avaient passé, et a supprimé aussi nombre de doubles emplois. La justesse de ses conclusions était tellement reconnue que son opinion faisait absolument foi.

» M. Damour a analysé à plusieurs reprises les eaux des geysers d'Islande et montré comment elles pouvaient se charger d'éléments minéralogiques. Repoussant d'ailleurs toute idée de pouvoir créer de toutes pièces des eaux minérales naturelles, il prévoyait l'action de substances à doses infiniment petites, hypothèse pleinement confirmée à l'heure actuelle. M. Damour n'a voulu à son enterrement ni honneurs, ni fleurs, ni discours rappelant ses titres à notre reconnaissance. Il laisse pourtant un nom dans la Science et l'exemple de la vie d'un sage.

» Je croyais, il y a quelques jours, être arrivé au bout de ma tâche, lorsque nous apprîmes la mort de deux de nos Confrères, MM. Dehérain et Hautefeuille, arrivée à quelques heures d'intervalle.

» M. Dehérain avait succédé à M. Boussingault dans la Section d'Économie rurale. Vous avez eu connaissance des nombreux discours prononcés sur sa tombe au Père-Lachaise, car, en dehors de l'Institut, notre Confrère était membre de la Société nationale d'Agriculture, professeur au Muséum, à Grignon, etc., et chaque établissement avait tenu à rendre hommage au savant qui, pendant de longues années les avait fait profiter

de ses travaux. Ce qui les caractérise, c'est leur utilité pratique. Il avait vite compris que la véritable richesse de notre pays tient à sa production agricole et que pour le blé par exemple, dont la récolte par hectare varie entre 1500^{kg} et 3000^{kg}, il suffit d'un accroissement de 100^{kg} pour augmenter le revenu agricole de 100 millions de francs.

» Les expériences de M. Dehérain ont porté sur les céréales, les racines et les tubercules, cherchant pour les uns et les autres les meilleurs assolements, les fumures qui doivent les accompagner et les variétés dont on doit encourager la culture.

» On ne peut oublier la part considérable qu'il a prise dans l'élucidation de la formation de l'azote dans les terrains couverts de légumineuses aussi bien que dans l'emploi qu'il préconisait des phosphates naturels.

» Messieurs, pendant 15 ans, nous avons entendu M. Dehérain montrer avec une surabondance de preuves les résultats qu'il annonçait. Son nom restera honoré de tous les agriculteurs; pour nous, nous regrettons à la fois le savant et l'ami.

» M. Hautefeuille clôt la liste nécrologique de nos Confrères.

» Les premiers travaux qu'il a communiqués à l'Académie datent de 1863, mais il ne fut élu Membre qu'en 1897.

» En sortant de l'École Centrale, il était entré dans le laboratoire de M. Sainte-Claire Deville et, dans un pareil milieu, sa vocation s'était vite décelée.

» Il voulait suivre les traces d'Ebelmen et de Sénarmont, en recherchant la genèse de la production des minéraux, et leur réalisation par des procédés de laboratoire.

» Les résultats qu'il obtint dépassèrent toute attente; il produisit des minéraux en cristaux mesurables, et son triomphe fut la présentation, à l'Exposition de 1900, d'une nombreuse série de pierres rares qu'il avait pu faire sortir de ses fourneaux.

» M. Hautefeuille est mort jeune; il avait été le collaborateur de MM. Fremy, Troost et Cailletet, et il laisse le souvenir d'un Confrère de relations charmantes.

» Sa modestie a demandé qu'on ne fît pas de discours sur sa tombe, mais M. Sainte-Claire Deville a écrit autrefois sur ses travaux le Rapport le plus élogieux et les minéralogistes conserveront sa mémoire.

» Messieurs, en dehors de nos Confrères, l'Académie a perdu un de ses Correspondants, M. Fuchs; parler d'un analyste avec compétence ne saurait appartenir qu'à un Membre de la Section de Géométrie, et je me

couvre du nom et de la science de M. Jordan en disant que sa mémoire vivra surtout parce qu'il a été le précurseur de M. Poincaré. Notre Confrère a appelé *fonctions fuchsiennes* les transcendantes nouvelles dont la découverte a commencé sa réputation.

» Messieurs, j'ai terminé, l'âme quelque peu assombrie par tant de deuils, par le départ de tant d'amis dont je ne pourrai plus serrer la main. Mais, toute proportion gardée, ne devrait-il pas toujours en être ainsi? On arrive souvent à l'Académie à un âge avancé, portant un bagage scientifique qui donne presque la mesure de nos années. Par suite, nous pouvons ne faire ici qu'un stage; mais, ce qui nous rassure, nous qui aimions l'Académie avant d'en faire partie, et plus encore aujourd'hui, c'est que, grâce à des choix toujours guidés par de hautes considérations scientifiques, ceux qui partent sont sûrs d'être bien remplacés; aux maîtres qui s'en vont succéderont des savants devenant maîtres à leur tour.

» Ici on n'intrigue point pour avoir un gros traitement, on recherche seulement l'honneur, et c'est pour cela que l'Institut, après 100 ans écoulés, est encore toujours jeune, malgré l'âge de ses Membres. L'avenir lui est assuré par les travaux de ceux qui viendront après nous. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1902.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jordan; E. Picard, Poincaré, Appell, Painlevé, rapporteurs.)

L'Académie avait proposé la question suivante : *Perfectionner en un point important l'application de la théorie des groupes continus à la théorie des équations aux dérivées partielles.*

Cinq Mémoires ont été présentés au concours.

L'auteur du Mémoire n° 1, portant pour devise *Araok bepred,* aborde l'étude des systèmes d'équations aux dérivées partielles d'une façon originale. Considérons une fonction dépendant de n variables indépendantes et d'une infinité de paramètres arbitraires. Il pourra se faire que cette fonction satisfasse à un système d'équations aux dérivées partielles indépendantes de ces paramètres et que l'on obtiendra par l'élimination de ces paramètres. Réciproquement, l'intégrale générale d'un pareil système se présentera sous la même forme et dépendra d'une infinité de constantes arbitraires qui seront, par exemple, les valeurs initiales de certaines des dérivées dites *fondamentales*. Soient u_i l'une de ces dérivées et x_k l'une des variables indépendantes; prenons pour valeurs initiales $x_k = x_k^0$ et soit u_i^0 la valeur de u_i pour $x_k = x_k^0$. Alors z et, par conséquent, les u_i seront des fonctions des x_k, des x_k^0 et des u_i^0 :

$$u_i = \varphi_i(x, x^0, u^0).$$

Si l'on change x_k^0 en $x_k^0 + h_k$ et u_i en $\varphi_i(x^0 + h, x^0, u^0) = u^1$, il est clair que l'on aura une transformation qui conservera chacune des intégrales du système; l'ensemble de ces transformations forme un groupe que l'auteur appelle G. Il en forme les transformations infinitésimales et il en étudie les invariants qui sont en nombre infini. Ce n'est pas le seul groupe qu'il considère; il envisage le groupe général K qui, portant sur les x^0 et les u^0, transforme les intégrales les unes dans les autres, et le *groupe de Darboux*, qui transforme également les intégrales les unes dans les autres, mais en conservant les variables indépendantes. Les rapports de ces divers groupes sont analysés, mais pour en faire comprendre l'intérêt nous devons parler d'une autre notion. Considérons une ou plusieurs fonctions $\varphi(x, u)$ dépendant des variables indépendantes x et d'un nombre fini de dérivées fondamentales u. En général, ce *domaine* de fonctions présentera la même généralité que le domaine proposé lui-même, c'est-à-dire que le domaine des u, de sorte que la connaissance des fonctions $\varphi(x, u)$ pour toutes les valeurs de x entraînera celle de tous les u. Il peut arriver cependant qu'il n'en soit pas ainsi, et alors le système proposé d'équations aux dérivées partielles est *réductible*. Or il se trouve que l'existence d'un pareil domaine de fonctions φ, entraînant la réductibilité des équations aux dérivées partielles, est liée à celle d'un sous-groupe du groupe de Darboux,

de telle sorte qu'il n'y a pas de pareil domaine sans sous-groupe. La réciproque n'est malheureusement pas vraie.

Jusque-là, l'auteur était resté dans ces régions où l'on perd en précision ce qu'on gagne en généralité. Il se restreint ensuite aux fonctions de deux variables x et y et aux systèmes d'équations linéaires. A un pareil système doit correspondre une infinité de fonctions intégrales dépendant d'une infinité de constantes a_i; soit

$$z = \Sigma a_i u_i.$$

Les a_i sont les valeurs des dérivées fondamentales pour $x = x_0, y = y_0$; les u_i sont donc des fonctions de x, y, x_0 et y_0. Le choix des dérivées fondamentales peut d'ailleurs être fait de façon que les u_i se répartissent en *suites ascendantes*, et que chacune d'elles soit la dérivée par rapport à x_0 de celle qui vient après elle dans la même suite.

L'auteur cherche ensuite si parmi les intégrales il y en a qui correspondent à un sous-groupe du groupe de Darboux ou à un sous-groupe de K et dont la présence, par conséquent, puisse faire espérer que le système proposé est réductible. Soit U_n une pareille intégrale s'annulant pour $x = x_0$, $y = y_0$, ainsi que ses dérivées des $n - 1$ premiers ordres.

Alors, $\frac{dU_n}{dx_0}$ et $\frac{dU_n}{dy_0}$ appartiendront au même sous-groupe, et, si ce sous-groupe est de première classe, pour employer la terminologie de l'auteur, on aura

$$\frac{dU_n}{dy_0} = \lambda_0 \frac{dU_n}{dx_0} + \lambda_1 \frac{dU_{n+1}}{dx_0} + \lambda_2 \frac{dU_{n+2}}{dx_0} + \ldots,$$

où nous supposons

$$U_p = \frac{dU_{p+1}}{dx_0}.$$

Or, il arrive que le premier coefficient λ_0 est donné par une équation algébrique tout à fait analogue à l'*équation déterminante* de Fuchs; cette équation peut en même temps servir à définir les caractéristiques de Monge.

Toute racine simple de cette équation nous donnera ainsi un sous-groupe de première classe; malheureusement, nous avons vu que l'existence d'un sous-groupe est une condition nécessaire, mais non suffisante de la réductibilité.

Les intégrales U_p forment alors ce que l'auteur appelle *un cycle de première classe;* à chaque racine simple de l'équation en λ_0, ou à chaque

caractéristique simple de Monge correspond donc un de ces cycles; aux racines multiples correspondraient alors des cycles de classe supérieure. La fin du Mémoire est consacrée à l'étude de ces cycles.

Il faut maintenant porter un jugement d'ensemble sur ce travail. Pas de résultat complet, quelques incorrections dues à une rédaction hâtive, mais beaucoup de vues originales; peut-être quelques-uns des faits énoncés ne sont-ils pas essentiellement nouveaux, mais ils sont rajeunis au point d'être parfois méconnaissables, ils se groupent d'une façon inattendue et par là s'éclairent mutuellement. Bien que rien ne puisse encore faire prévoir si ces vues ingénieuses seront fécondes, la Commission estime qu'il y a lieu de récompenser les remarquables qualités d'esprit dont l'auteur a fait preuve en lui accordant une mention très honorable.

Passons au Mémoire n° 2, qui porte pour titre : *Sur les invariants d'un système des équations linéaires aux dérivées partielles, par* 418727. L'auteur considère un système de deux équations linéaires entre deux fonctions y et z de deux variables x_1 et x_2 et leurs dérivées de premier ordre. Ce système conserve sa forme quand on change de variables indépendantes ou quand on fait subir à y et z, ou aux deux équations, une substitution linéaire. L'auteur forme les invariants correspondant à ces transformations et en donne une interprétation géométrique ingénieuse. Ces résultats sont importants, mais ils ne présentent pas cependant le même intérêt général que ceux qui sont énoncés dans plusieurs autres Mémoires présentés au Concours.

Le Mémoire inscrit sous le n° 3 a paru à la Commission digne d'être signalé. L'auteur étudie les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre avec n variables à deux points de vue principaux : il donne d'abord une classification de ces équations, puis il cherche des méthodes permettant de déduire d'une solution connue une autre solution. Pour classer les équations, il met leur premier membre sous forme d'une somme de carrés symboliques $\Sigma X_i^2(f)$ suivie de termes du premier ordre, $X_i(f)$ étant un opérateur de la forme

$$\xi_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + \xi_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + \xi_n \frac{\partial f}{\partial x_n};$$

il dit alors que l'équation est *régularisée*. Le nombre des carrés symboliques donne la classe de l'équation. L'exposé de la méthode est simplifié

par la considération de n vecteurs issus d'un même point dans l'espace à n dimensions : suivant que ces vecteurs sont contenus dans un espace à n, $n-1$, $n-2$, ..., 2, 1 dimensions, l'équation comprend n, $n-1$, $n-2$, ..., 2, 1 carrés. Cette décomposition donne un moyen de trouver un opérateur qui permute les solutions. Si tous les opérateurs qui régularisent l'équation sont des transformations infinitésimales permutables entre elles, celles-ci définissent un groupe de translation, et l'équation peut être ramenée à avoir ses coefficients constants. Dans un supplément, l'auteur s'occupe en particulier des équations à coefficients constants dont il donne certaines solutions sous forme de séries déduites, par la méthode de Cauchy, de la formule de Fourier et contenant une fonction arbitraire.

Ce Mémoire trahit de l'inexpérience et un manque d'érudition : mais il renferme des vues ingénieuses et nouvelles, et la Commission lui aurait volontiers accordé une mention, s'il ne s'écartait pas par trop du sujet proposé pour le prix.

L'extension des idées de Galois à la théorie des équations aux dérivées partielles a vivement préoccupé les géomètres dans ces vingt dernières années. Pour les équations linéaires ordinaires, cette extension résulte, comme on sait, des travaux de M. Picard et de M. Vessiot. En ce qui concerne les équations différentielles ordinaires quelconques ou, ce qui revient au même, les équations linéaires aux dérivées partielles, des idées très importantes ont été émises, il y a quelques années, par M. Drach, qui a montré dans quelle voie devait s'orienter la théorie; toutefois, à cause de certaines lacunes dans les énoncés et les démonstrations, il était nécessaire de reprendre la question. Les deux derniers Mémoires dont il nous reste à parler ont consacré de nombreuses pages à cet important problème.

Le Mémoire n° 4 a dû être écarté par la Commission comme inachevé, bien qu'il fût loin d'être dépourvu d'imagination et de vues nouvelles. Mais le temps a fait évidemment défaut à l'auteur pour terminer son travail, et la plupart des démonstrations se réfèrent à une suite du Mémoire qui ne figure pas dans le manuscrit.

L'objet du Mémoire inscrit sous le n° 5 est la nature des intégrations auxquelles conduit l'application de la théorie des groupes aux systèmes différentiels quelconques. On reconnaît de suite chez l'auteur une connaissance approfondie des travaux de Sophus Lie et des géomètres qui se sont occupés

de la théorie des groupes. Une partie étendue du Mémoire est consacrée à un problème au sujet duquel l'illustre géomètre norvégien avait déjà développé quelques idées générales. Quelle est la nature des intégrations auxquelles on sera ramené pour résoudre un système différentiel admettant un groupe continu G de transformations et qui est le plus général parmi ceux qui satisfont à cette condition (système non spécial)? L'auteur montre que le problème peut toujours se décomposer en deux : 1° intégration d'un système auxiliaire ne présentant, au point de vue de la théorie des groupes, aucune particularité; 2° intégration d'un système *automorphe*, c'est-à-dire d'un système dont la solution générale se déduit d'une solution particulière quelconque au moyen de la transformation générale de G. En dernière analyse, on doit trouver un représentant de chaque type de groupes primitifs simples, et discuter l'intégration des systèmes automorphes ayant pour groupes associés les divers groupes types obtenus. Si maintenant on passe à des systèmes *spéciaux*, on doit se demander quelles sont les simplifications que peut présenter l'intégration d'un système automorphe particulier. On est alors naturellement conduit à chercher à établir, pour de tels systèmes, une théorie analogue à la théorie des équations algébriques dues à Galois; ici, en effet, le domaine de rationalité dans lequel on veut se mouvoir joue un rôle essentiel, et c'est un point de vue laissé entièrement de côté par Sophus Lie.

Avant de s'occuper des équations aux dérivées partielles, l'auteur du Mémoire n° 5 revient d'abord longuement sur la théorie même de Galois rélative aux équations algébriques; la notion de système automorphe lui paraît jeter une lumière nouvelle sur la théorie de Galois, en mettant en évidence le lien qui unit le point de vue de l'invariance formelle et celui de l'invariance numérique. Étant donnée une équation algébrique d'ordre n, que l'on regarde comme un système (S) de n équations entre les racines, quel parti peut-on tirer de la connaissance de certaines autres relations (A) entre ces racines, en supposant que l'on reste dans un domaine déterminé de rationalité? La discussion de cette question amène à la considération d'un système de même nature que le système (S, A). mais automorphe. La théorie de Galois se présente alors sous la forme suivante : il existe un système automorphe rationnel, tel que tout système (S, A) également rationnel admet toutes les solutions du premier dès qu'il en admet une; le groupe de ce système automorphe est le groupe de Galois.

Ceci va s'étendre aux équations linéaires et homogènes aux dérivées

partielles à $n+1$ variables indépendantes t, t_1, ..., t_n. On la considérera comme un système automorphe (S) de n équations entre n fonctions indépendantes x_1, x_2, ..., x_n (le groupe de ce système automorphe étant le groupe ponctuel général); pour simplifier, nous supposons que le domaine de rationalité est le domaine naturel. La question fondamentale, pour notre auteur, est de savoir quel parti l'on peut tirer, pour l'intégration de (S), de la connaissance de certaines relations (A), entre les fonctions, leurs dérivées et les variables indépendantes qui sont satisfaites pour quelque solution de (S). Il est ainsi conduit à la considération d'une série de systèmes automorphes dont les groupes associés sont du même type, ces groupes étant en général infinis. On peut d'ailleurs déterminer un système automorphe de la série précédente, de telle sorte que ce système admette une solution donnée de (S), ce qui n'exigera que des opérations rationnelles, si les valeurs des x, pour une valeur particulière $t=t_0$ de t, se réduisent à des fonctions rationnelles de $t_1, t_2, \ldots, t_n$ et, en particulier, à $t_1, t_2, \ldots, t_n$, ce que l'auteur appelle la *solution principale* σ_0. Après ces préliminaires, il est possible de discuter et de préciser la théorie esquissée par M. Drach, pour le cas où l'équation donnée est *spéciale*, c'est-à-dire où il existe quelque système de relations (A) rationnelles par rapport aux t, aux x et leurs dérivées, qui soit compatible avec (S). L'auteur montre qu'on peut se limiter aux systèmes (S, A) admettant comme solution une même solution principale σ_0 de (S) et, parmi ceux-ci, à ceux qui sont automorphes. On établit ensuite que, parmi ces derniers, il y en a un dont tous les autres admettent les solutions; à ce système est associé un groupe G, *qui est le groupe de rationalité de l'équation proposée*. Le groupe associé à l'un quelconque des autres systèmes contient G : c'est un théorème analogue au théorème célèbre de Galois. Le groupe G est relatif à la solution principale σ_0. Le point qui, pour l'auteur, constitue une différence essentielle entre la solution principale σ_0 (ou celles qui s'en déduisent par transformations rationnelles) et les autres est que, pour une solution résultant d'une transformation T que nous pouvons appeler $T\sigma_0$, il n'existe pas, en général, de système rationnel admettant seulement pour solution $T\sigma_0$ et ses transformées par les transformations du groupe $T^{-1}GT$. L'auteur attache une grande importance à la considération des solutions principales (ou leurs transformées rationnelles) et écrit même que la théorie peut se faire seulement avec ces solutions. On peut émettre quelque doute à ce sujet, et la théorie pourrait probablement être présentée d'une manière plus large; la notion de groupe de rationalité de l'équation ne s'en trouverait d'ailleurs

pas modifiée. Toute cette partie du Mémoire forme un ensemble très cohérent et très complet; il comble entièrement les lacunes qui subsistaient dans l'importante question ouverte par M. Drach pour les équations linéaires aux dérivées partielles.

» Avec une équation linéaire aux dérivées partielles, nous avions affaire, en définitive, à un système automorphe dont le groupe était le groupe général. Pour d'autres systèmes automorphes, l'extension de la théorie de Galois présente certaines difficultés signalées par l'auteur.

Nous n'avons insisté que sur les grandes lignes du Mémoire très étendu inscrit sous le n° 5. C'est un travail extrêmement soigné, s'attaquant à des questions d'un caractère général, où l'auteur tire un très heureux parti de son érudition considérable dans la théorie des groupes et apporte une importante contribution à cette théorie si fondamentale dans la Science mathématique à notre époque. La Commission est unanime à lui accorder le grand prix des Sciences mathématiques.

En résumé, nous proposons d'accorder le grand prix des Sciences mathématiques à l'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 5 et portant pour devise :

Es liegt in der Natur der Sache (Sophus Lie),

et une mention très honorable au Mémoire inscrit sous le n° 1 et portant pour devise :

Araok bepred.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

M. le Président ouvre en séance le pli cacheté annexé au Mémoire n° 5 qui porte la devise :

Es liegt in der Natur der Sache (Sophus Lie).

L'auteur du Mémoire couronné est M. **Ernest Vessiot**, professeur à l'Université de Lyon.

Sur la demande de l'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 1, il est procédé à l'ouverture du pli cacheté qui s'y trouve annexé.

L'auteur de ce Mémoire, qui a obtenu une mention très honorable, est M. **Jean Le Roux**, Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Rennes.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Poincaré, Painlevé, Émile Picard, Jordan; Darboux, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour le prix Bordin de 1902, la question suivante :

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Un seul Mémoire a été envoyé au concours. Il porte la devise suivante :

Pour vous parler franchement de la Géométrie, je la trouve le plus haut exercice de l'esprit.

L'auteur y rattache de la manière la plus ingénieuse et la plus élégante la détermination des surfaces applicables sur le paraboloïde à la considération de certains systèmes orthogonaux dans le plan dont l'étude paraît offrir un réel intérêt. Mais il se contente de déterminer par ce procédé nouveau l'équation en termes finis des surfaces dont l'Académie proposait l'étude aux géomètres. Il retrouve en particulier les formules qui ont déjà été données par l'un de nous; mais il n'aborde la solution d'aucune des questions dont l'Académie espérait la solution : détermination de celles des surfaces qui passent par un contour donné, recherche de celles qui sont algébriques, etc. Pour ces motifs votre Commission ne peut vous proposer de décerner le prix Bordin. Mais, tenant compte de l'élégance et de la symétrie de ses calculs, elle vous propose d'accorder à l'auteur une mention honorable et de maintenir au concours pour 1904 la question qui avait été proposée cette année.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

Sur la demande de l'auteur, le pli cacheté annexé au Mémoire est ouvert en séance par M. le Président.

L'auteur du Mémoire est M. de Tannenberg, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Poincaré, Émile Picard, Appell, Jordan ; Darboux, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Francœur à M. **Émile Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux de Géométrie.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Poincaré, Émile Picard, Jordan, Appell ; Darboux, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Poncelet à M. **Maurice d'Ocagne**, pour ses travaux *Sur la Nomographie*.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Guyou, Maurice Levy, de Bussy, Sebert, Bouquet de la Grye.)

La Commission propose de donner un prix de *quatre mille francs* à M. **Romazotti** pour l'ensemble de ses travaux relatifs aux bateaux sous-marins, et un prix de *deux mille francs* à M. **Driencourt**.

Rapport sur les travaux de M. Driencourt, par M. **Guyou**.

Les travaux hydrographiques les plus importants effectués par M. **Driencourt** ont eu pour objet le levé d'une partie de la côte nord-ouest et de la côte ouest de Madagascar.

Les campagnes de 1891 et 1892 ont été consacrées au levé de la partie de la côte nord-ouest qui s'étend de Nosy Lava (à l'entrée de la baie de

Narendry) jusqu'au cap Tanjona, sur une longueur de 140 milles marins; en y comprenant les deux grandes baies de Bombétoke et de Mahajamba, le développement total du rivage exploré n'est pas inférieur à 320 milles.

Le résultat de ce travail a été la publication de 5 Cartes, dont 3 Cartes d'atterrissage, et d'une Notice hydrographique contenant des renseignements sur la climatologie et la navigation. C'est grâce à ces Cartes que l'expédition de Madagascar a pu être entreprise par Majunga, dont la rade n'avait été jusque-là visitée par aucun grand bâtiment.

Tout le levé s'appuie sur une triangulation continue comportant une mesure de base, et des observations d'azimut, de latitudes et, à titre de vérification, de longitudes par le transport du temps. Cette triangulation se rattache, à son extrémité nord, à celle que M. l'ingénieur hydrographe Favé avait exécutée antérieurement en partant de Diego-Suarez. Les opérations ont présenté des difficultés exceptionnelles résultant de la nature de la côte, souvent bordée de palétuviers, en arrière de laquelle s'élèvent progressivement des plateaux couverts d'épaisses forêts qui rendent très laborieuse la recherche des points culminants.

Mais ces difficultés n'étaient rien en comparaison de celles que réservait l'exploration du plateau des sondes. Madagascar est entourée d'une sorte de mer intérieure, limitée au large par un récif noyé, en quelques points duquel il ne reste que 3^m d'eau à basse mer, et dont les coupures constituent des passes dont il était indispensable de déterminer, avec précision, les limites et la profondeur. En face des baies de Bombétoke et de Mahajamba, où débouchent les plus grands fleuves de Madagascar, le récif est repoussé au large par les eaux douces et s'écarte jusqu'à 22 milles du rivage. On se rend compte aisément des difficultés que présentait la liaison trigonométrique de points aussi éloignés avec une côte de faible élévation, où l'on pouvait à peine discerner un petit nombre de points saillants. Ces obstacles ont été surmontés avec plein succès; il n'a pas été nécessaire de recourir aux observations astronomiques à la mer, et les Cartes de M. Driencourt présentent toute la précision des levés faits en vue de terre dans les conditions normales. La surface sondée est de 2000 milles carrés; l'espacement moyen des profils est d'un demi-mille.

La reconnaissance des côtes de Madagascar, interrompue par l'expédition militaire, fut reprise en 1899 sur la demande du général Galliéni.

En abordant le levé de la côte ouest, on allait se trouver en présence de difficultés analogues à celles qu'avait présentées la côte nord-ouest, mais singulièrement accrues par le plus grand éloignement du récif bar-

rière, qui s'écarte jusqu'à 80 milles du rivage, et par la nature de la côte, basse et marécageuse, qui avoisine le cap Saint-André. C'est à M. Driencourt que fut confiée la mission de commencer ce nouveau travail, qui se présentait dans des conditions si défavorables. Un bâtiment, *la Rance*, fut armé spécialement pour cette campagne; M. Driencourt s'occupa activement de son installation pour en faire un bâtiment hydrographe offrant tous les moyens de travail les plus perfectionnés. Un matériel considérable de balises flottantes destinées à former, sur les immenses étendues du banc de Pracel, un véritable réseau permettant de prolonger la triangulation bien au delà de la vue des terres, avait été construit sur les indications de M. Hanusse; M. Driencourt étudia avec soin, dans tous ses détails, le fonctionnement de ces fragiles engins, sur lesquels allait reposer la plus grande partie du travail à la mer.

En attendant l'époque favorable pour attaquer la côte ouest, la nouvelle mission fit un levé très détaillé de la côte sud de Nossi-Bé et de ses abords, et entreprit la reconnaissance de la grande baie d'Ampasindava, qui fut achevée aux deux tiers. Ce travail fut relié à la triangulation de M. Favé.

Avant d'entreprendre les sondes au large du cap Saint-André, il fallait d'abord prolonger la triangulation de 1891-1892, qui s'arrêtait à la baie de Baly. Déjà M. Driencourt avait parcouru toute la région basse et insalubre du cap Saint-André, de Baly à Nosy-Volavo, placé les signaux et fait les stations provisoires, lorsque, au moment d'entreprendre les observations définitives, il fut terrassé par un accès pernicieux qui mit ses jours en danger, et l'obligea à rentrer en France sans avoir recueilli le fruit des fatigues exceptionnelles qu'il venait de subir.

Dans l'exécution de ces importants travaux, M. Driencourt avait pour collaborateurs de jeunes officiers de marine animés de la meilleure volonté, mais manquant d'expérience dans ce genre d'opérations. C'est ainsi qu'il a été conduit à modifier les méthodes classiques en Hydrographie pour leur donner le plus d'analogie possible avec les procédés familiers aux navigateurs. L'emploi simultané du calcul et de la construction graphique, que M. Hatt avait inauguré pour la détermination des coordonnées linéaires, a été développé par M. Driencourt, et des abaques destinés à simplifier ou à contrôler les calculs ont été mis en service. D'autre part, la précision des constructions graphiques a été notablement accrue par le perfectionnement de l'abaque en usage pour la construction des segments capables sur laquelle repose la rédaction de tout le travail à la mer.

Sur le terrain, l'action de M. Driencourt n'a pas été moins heureuse. Il

a perfectionné et systématisé les procédés employés pour l'exploration du relief sous-marin, notamment pour la recherche des têtes de roche dans les régions à courants et dans les eaux troubles, et l'étude des chenaux dans les fonds rocheux.

De ses campagnes à Madagascar M. Driencourt a rapporté de nombreuses observations de marée. Le premier, en France, il a appliqué les méthodes indiquées par M. Darwin pour le calcul des constantes harmoniques au moyen de courtes périodes d'observations. Les résultats qu'il a obtenus ont permis au Service hydrographique d'entreprendre la publication d'un *Annuaire des marées de l'océan Indien*.

Outre ses campagnes de Madagascar, M. Driencourt a pris part à un grand nombre de missions hydrographiques sur toutes les côtes de France, et en Tunisie. Sur la côte sud de France en particulier, où, pour la première fois, s'est posé le problème de plans hydrographiques à très grande échelle, il a montré comment les méthodes habituelles permettent, moyennant quelques précautions, d'obtenir toute la précision désirable.

Enfin, M. Driencourt, en dehors de ses travaux hydrographiques proprement dits, a pris part à deux importantes missions entreprises sous les auspices du Bureau des Longitudes. La première, dirigée par M. Bouquet de la Grye, en 1885, avait pour but la détermination des différences de longitude de Dakar, Saint-Louis, Santa-Cruz de Ténériffe et Cadix, ainsi que des latitudes des deux premiers points ; les résultats en ont été insérés dans les *Annales du Bureau des Longitudes*. La seconde mission, où M. Driencourt collaborait avec MM. Hatt et Perrotin, a déterminé les différences de longitude d'Ajaccio, l'Ile-Rousse et Nice. Les résultats ont été publiés dans les *Annales de l'Observatoire de Nice*.

Votre Commission estime que, par cet ensemble d'importants travaux exécutés avec un talent remarquable, M. **Driencourt** a rendu de grands services à la navigation en général et en particulier à la marine militaire. Elle vous propose, pour cette raison, de lui décerner un prix sur les fonds mis à la disposition de l'Académie pour récompenser les travaux de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Les propositions de la Commission sont adoptées par l'Académie.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Léauté, Sarrau, Boussinesq, Sebert; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. le commandant **Hartmann**, pour les expériences à l'aide desquelles il a su faire apparaître à la surface des corps élastiques les lignes de glissement produites dans leurs déformations.

Les anciennes expériences de Tresca, sur ce qu'il a appelé l'*écoulement des corps solides,* ne fournissaient pas directement ces lignes. La méthode de Tresca consistait, en effet, à tracer à la surface du corps soumis à l'épreuve deux réseaux de droites rectangulaires et à observer leurs transformées après déformation. Ce sont donc deux séries de lignes choisies arbitrairement qu'il observait. Il a cru pouvoir conclure de l'ensemble de ses observations que les lignes de rupture se produisent lorsque la résistance au cisaillement est atteinte ou légèrement dépassée sur tous les points du corps.

Cette hypothèse a été développée sous forme mathématique, en 1869, par M. de Saint-Venant, dans le cas des déformations planes, et par deux d'entre nous, dans le cas le plus général et, plus particulièrement, dans celui d'une déformation symétrique autour d'un axe.

En 1883, M. le capitaine Duguet, dans un Ouvrage remarquable à plus d'un titre, exprime la pensée qu'outre le cisaillement intervient *un frottement moléculaire*. Mais cette pensée, bien qu'appuyée de considérations plausibles, restait à l'état d'hypothèse. Ce sont les expériences de M. Hartmann qui ont tranché la question par l'affirmative.

En effet, la théorie du cisaillement pur aurait pour conséquence que les deux systèmes de lignes de rupture seraient partout inclinées à 45° sur une force principale supposée unique. Or, il résulte des observations de M. **Hartmann** que ces deux systèmes de lignes ont : celles de l'un des systèmes, une inclinaison un peu supérieure et celles de l'autre, une inclinaison un peu inférieure à 45°. Et ceci ne peut s'expliquer que par l'intervention du'n frottement intérieur.

Depuis, ce frottement s'est montré dans beaucoup de phénomènes élastiques, et tout récemment il a été invoqué comme un facteur important et

souvent essentiel dans les belles recherches théoriques et expérimentales de notre Correspondant, M. Considère, sur la résistance du ciment armé.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Guyou, Sarrau, Léauté, Sebert; Maurice Levy, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Plumey à M. le colonel **Renard**, pour l'ensemble de ses travaux.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Callandreau, Wolf, Radau.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Janssen, Callandreau, Radau; Lœwy, rapporteur.)

L'Académie connaît depuis longtemps les titres scientifiques élevés de M. **Trépied**, Directeur de l'Observatoire d'Alger. Elle sait qu'il est, parmi les Astronomes français, l'un des plus savants et des plus actifs; elle se souvient d'avoir été à même d'apprécier, en maintes circonstances, la valeur et la portée de ses travaux concernant diverses branches de l'Astronomie.

Dans ces dernières années surtout, les services rendus par M. Trépied à la Science française ont été considérables. Une collaboration directe et des plus fructueuses à des œuvres de première importance, telles que la

Carte photographique du Ciel et la recherche d'une valeur définitive de la parallaxe solaire au moyen de la planète Éros, lui a fourni l'occasion d'études personnelles poursuivies avec une persévérante habileté sur des questions délicates et difficiles, par exemple sur la détermination des grandeurs photographiques des étoiles et les méthodes à employer dans le but de tirer d'un cliché stellaire tout ce qu'il renferme d'utilisable pour l'Astronomie.

Nous ne saurions trop insister sur le rôle si important joué par M. Trépied, en qualité de Secrétaire général, dans les Conférences où furent posées les bases et discutées les conditions d'accomplissement des deux grandes entreprises que nous venons de rappeler. Par son initiative, par son action incessante et souvent décisive, il a contribué puissamment à réaliser l'entente mémorable qui s'est établie, vers la fin du XIX[e] siècle, entre les savants de toutes les nations, dans le dessein d'étendre et d'enrichir, avec le secours de la Photographie, le domaine de l'Astronomie stellaire.

Enfin, tout récemment encore, M. Trépied a terminé de belles études qui achèvent de mettre en lumière les services que la science du Ciel doit recevoir de la Carte photographique, en montrant les applications nouvelles, inattendues et fécondes, qui en sortiront.

La Commission, désirant honorer par un témoignage de haute estime l'ensemble de tous les travaux distingués accomplis par M. **Trépied**, vous propose de décerner à cet astronome le prix fondé par Jérôme de Lalande.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Janssen, Callandreau, Wolf, Radau ; Lœwy, rapporteur.)

M. **Hartwig**, Directeur de l'Observatoire de Bamberg, a effectué de nombreux travaux scientifiques d'une grande valeur auxquels il convient d'ajouter la découverte de deux comètes, découverte qu'il a eu la bonne fortune de faire au debut de sa carrière.

M. Hartwig est l'un des plus habiles observateurs à l'héliomètre, instrument d'une nature complexe, aussi précieux que difficile à employer. A l'aide de cet appareil, il a obtenu une détermination très exacte des dia-

mètres de Vénus et de Mars. Tout récemment, à l'occasion de l'entreprise internationale ayant pour but une nouvelle détermination de la parallaxe solaire, M. Hartwig est parvenu, grâce à la puissance particulière de son héliomètre et à sa grande expérience, à réaliser une belle série de positions précises de la planète Éros, alors que, avec les instruments analogues, en raison du faible éclat de la planète, aucune autre tentative n'a été couronnée de succès.

L'étude des étoiles variables acquiert de jour en jour une plus haute importance dans la Science astronomique, et M. Hartwig est un des plus assidus et des plus renommés observateurs de ces objets célestes. Il a enrichi ce domaine scientifique de longues séries d'observations, accomplies dans d'excellentes conditions et qui l'ont conduit à de nombreux résultats intéressants. Dans cet ordre d'idées, il a fourni un contingent notable d'estimations soigneuses de la grandeur de la planète Éros, astre dont l'éclat a présenté des variations très surprenantes.

Ce savant publie annuellement, depuis 1892, dans la revue trimestrielle de l'*Astronomische Gesellschaft*, les éphémérides des étoiles variables d'après les éléments basés, en majeure partie, sur ses propres observations, éléments qui ont rendu souvent de sérieux services dans la rédaction du Chapitre consacré aux étoiles variables dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **Hartwig**, l'éminent auteur de ces beaux travaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Callandreau, Radau, Wolf, Janssen; Lœwy, rapporteur.)

Le souvenir des recherches si brillantes et si fécondes de Le Verrier, dans le domaine de la Mécanique céleste, subsiste encore dans la mémoire de tous les savants. Les théories planétaires de l'illustre astronome ont été, pendant de longues années, la base unique des éphémérides astronomiques du monde entier. Aujourd'hui encore, les calculs de la *Connaissance des Temps* sont fondés sur ces travaux célèbres qui permettent de calculer, pour une époque donnée, les lieux occupés dans l'espace par les grosses planètes du système solaire.

Malheureusement une difficulté sérieuse a surgi, menaçant de détruire l'unité de l'œuvre qui nous a été léguée. La théorie du mouvement de Saturne, achevée dans les dernières années de la vie de Le Verrier, accusait certaines imperfections qui ont beaucoup préoccupé les astronomes : les positions calculées différaient sensiblement des positions réelles de l'astre. On se demandait si ce désaccord devait être attribué à une erreur théorique ou à une cause physique qu'il fallait découvrir.

Après la mort de Le Verrier, M. Gaillot, actuellement Sous-Directeur de l'Observatoire de Paris, entreprit de rechercher les causes des anomalies constatées. Pour atteindre ce but il fallait non seulement refaire complètement la théorie de Saturne, mais encore l'aborder par une méthode plus efficace, dont Le Verrier n'avait fait malheureusement qu'une application trop sommaire, et qui donne la faculté d'atteindre un degré d'approximation plus élevé.

Dans le calcul des perturbations périodiques de Saturne par Jupiter, Le Verrier s'était arrêté aux termes qui sont de second ordre par rapport aux masses, ce qui était insuffisant dans le cas donné. Il était donc nécessaire de pousser l'approximation plus loin. L'emploi de la méthode d'interpolation a fourni à M. Gaillot le moyen d'arriver à ce résultat.

Par une application rigoureuse et complète de cette méthode, il a obtenu, sans aucune omission, l'ensemble de tous les termes du premier, du deuxième et du troisième ordre par rapport aux masses et, en outre, tous ceux d'ordre supérieur au troisième qui dépendent directement du premier et du second. Enfin, par une nouvelle approximation, il a fait entrer en ligne de compte un certain nombre de termes encore sensibles du quatrième ordre par rapport aux masses.

Les Tables des perturbations, basées sur l'ensemble des résultats obtenus par ces deux calculs successifs, lui ont permis de représenter le mouvement de Saturne d'une manière complètement satisfaisante : les valeurs moyennes des écarts entre les positions calculées et les positions observées de 1751 à 1899 ne dépassent guère les limites des erreurs moyennes des observations.

Actuellement, toute la partie théorique du travail est complètement terminée et imprimée.

Le sujet mis au concours pour le prix Damoiseau se trouve donc traité d'une manière magistrale par M. Gaillot, et le progrès scientifique que l'Académie avait en vue a été réalisé dans des conditions qui font le plus grand honneur à l'Astronomie française. Pour couronner des efforts aussi

méritants la Commission propose de décerner à M. **Gaillot** le prix Damoiseau.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JANSSEN (Médaille d'or).

(Commissaires : MM. Lœwy, Wolf, Callandreau, Radau; Janssen, rapporteur.)

Ce prix est accordé à M. le Comte **Aymar de la Baume-Pluvinel** pour ses travaux en Astronomie physique et les importantes missions qu'il a exécutées à ses frais, à la demande et avec les instructions de M. Janssen.

La carrière scientifique de M. le Comte de la Baume-Pluvinel est déjà longue.

Dès 1882, nous le voyons attaché à la mission de notre regretté Confrère d'Abbadie pour l'observation, à l'île de Haïti, du passage de la planète Vénus de 1882.

D'Abbadie s'est grandement loué de l'assistance précieuse qu'il reçut en cette circonstance de M. de la Baume-Pluvinel.

En 1887, M. de la Baume-Pluvinel ne craignit pas de faire un long et coûteux voyage en Russie, à Tver près de Moscou, pour y observer une éclipse totale. Malheureusement l'état du ciel, au moment du phénomène, ne favorisa pas le dévoué et zélé observateur.

En 1889, M. de la Baume-Pluvinel recevait du Bureau des Longitudes la mission d'aller observer aux îles du Salut l'éclipse totale du 22 décembre 1889.

M. de la Baume-Pluvinel fit alors l'importante constatation que la structure de la couronne rappelait celles de 1867 et 1878, ce qui établissait une relation entre les phénomènes extra-solaires et la fréquence des taches, relation que j'avais eu l'occasion de signaler à propos de l'éclipse de 1871, observée aux Indes.

M. de la Baume-Pluvinel signale à cette occasion la forme curviligne des aigrettes dans la couronne, qu'il considère avec raison comme due à l'existence d'une force de projection combinée avec la rotation du Soleil.

Pendant l'éclipse annulaire du 17 juin 1890, M. de la Baume-Pluvinel nous rapportait un spectre de l'extrême bord du Soleil, lequel, comparé à celui du centre, ne montrait aucune accentuation des *bandes* d'absorption

de l'oxygène, ce qui démontre une fois de plus que, si l'oxygène existe dans le Soleil, il ne s'y trouve pas dans l'*état* où il existe dans notre atmosphère.

En 1893, le 16 avril, une éclipse totale avait lieu au Sénégal. M. de la Baume-Pluvinel, empêché par des affaires de famille d'aller lui-même observer cette éclipse, voulut faire les frais d'une mission que nous confiâmes à M. Pasteur, Chef de la Photographie à l'Observatoire de Meudon.

M. Pasteur rapporta de cette mission des photographies du spectre de la couronne qui montrent que celle-ci contient incontestablement de la lumière solaire réfléchie par elle et qu'en conséquence elle est bien un objet réel.

Le 5 septembre 1898, M. de la Baume-Pluvinel voulait bien, à ma demande, monter au mont Blanc et y obtenait, vers midi, des spectres solaires qui, rapprochés de ceux pris dans les mêmes circonstances à Paris, à Chamonix, montrent incontestablement l'origine tellurique des raies et bandes de l'oxygène.

Ajoutons qu'en 1900 et 1902 eurent lieu d'importantes éclipses en Espagne, à Sumatra et en Égypte, qui toutes furent observées par M. de la Baume-Pluvinel. Celle d'Égypte, notamment, donna un très intéressant résultat en confirmant ce que nous savions sur l'extrême rareté de l'atmosphère lunaire, s'il en existe une.

A la suite de son observation, M. de la Baume-Pluvinel partit pour la haute Égypte, où il fit d'importantes observations d'analyse spectrale.

Tous ces travaux, toutes ces missions suffiraient surabondamment pour mériter la médaille que nous prions l'Académie d'accorder à M. **de la Baume-Pluvinel**, mais nous devons ajouter que l'on doit encore à M. de la Baume-Pluvinel de très intéressants Ouvrages de Photographie théorique et pratique qui ont été grandement appréciés.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Encouragement et une médaille Janssen accordés au Dr **Jean Binot**.

M. le Dr Jean Binot, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, a accompli, dans le massif du mont Blanc et au sommet même de cette montagne, des travaux très intéressants de Bactériologie.

Des fouilles méthodiques et habilement distribuées dans le massif du mont Blanc lui ont permis de recueillir des échantillons de colonies entières de microbes appartenant à des espèces variées.

Ces échantillons placés dans des bouillons de culture sont revenus à la

vie, ce qui démontre la vitalité extraordinaire de ces êtres. Il sera d'un haut intérêt de continuer ces études relativement à des colonies existant dans des parties encore plus anciennes du glacier.

L'année dernière, une grande éclipse totale avait lieu, comme on sait, en Asie.

A ma demande, M. le D[r] Binot, muni d'un bon appareil photographique et après s'être exercé à l'Observatoire de Meudon, partit, muni d'une mission gratuite du Ministre de l'Instruction publique, pour l'île de France, où les chances de beau temps étaient les plus grandes, et nous rapporta une belle photographie de la couronne qui a été présentée à l'Académie et figure dans nos *Comptes rendus*.

Ces travaux et ces services rendus à la Science justifient pleinement l'encouragement que l'Académie accorde au D[r] **Jean Binot**.

Je demande à l'Académie d'y joindre ma médaille en vermeil.

Ces conclusions sont adoptées.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Guyou, Bouquet de la Grye, Grandidier, de Bussy, Bassot.)

La Commission partage le prix entre MM. **Claude**, **Marcel Monnier**, **Delpeuch**.

Rapport sur les travaux de M. Claude, par M. **Guyou**.

Les instruments dont disposent les voyageurs et les géographes pour la détermination des coordonnées du zénith sur la sphère céleste, théodolite et instruments à réflexion, sont loin d'offrir toute la précision désirable. Pour les opérations qui demandent une grande exactitude, on est forcé de recourir aux instruments, tels que le cercle méridien, qui exigent la construction d'un petit observatoire, opération souvent impraticable. Il

manquait un instrument à la fois portatif et facile à installer comme les premiers et susceptible, comme les seconds, de donner une grande précision. L'astrolabe à prisme de M. **Claude** vient combler cette lacune.

La méthode à laquelle cet instrument est destiné est celle des hauteurs égales. Cette méthode a été, comme l'on sait, imaginée par Gauss pour s'affranchir, dans les observations au sextant, des erreurs instrumentales. Généralisée par Anger et Knorr, elle constitue encore actuellement le moyen théoriquement le plus exact de déterminer à la fois l'heure et la latitude. Mais il s'en faut que le sextant remplisse toutes les conditions imposées par elle pour donner les meilleurs résultats.

Le faible grossissement de la lunette et les difficultés que présente l'opération ne permettent pas d'obtenir des observations suffisamment précises, ni en assez grand nombre pour atténuer l'influence des erreurs. Aussi cette méthode a-t-elle été presque complètement abandonnée, malgré les louables efforts tentés par quelques observateurs et notamment en France par le commandant Perrin.

L'astrolabe de M. Claude est affranchi de tous ces inconvénients. Il est aussi transportable et facile à installer que le petit théodolite de campagne. L'usage en est assez simple pour qu'une séance suffise pour exercer un observateur.

Enfin le grossissement de la lunette, qui peut aller jusqu'à 65 fois, permet de saisir avec une très grande précision le contact des images d'une même étoile, directe et réfléchie dans un bain de mercure.

L'instrument ne peut mesurer, il est vrai, qu'une hauteur déterminée (environ 60°); mais, comme on peut y apercevoir par temps clair jusqu'aux étoiles de la 7e grandeur, le nombre des étoiles observables dans une séance de 1 heure est considérable.

Il résulte de là que, dans une seule séance relativement courte, l'observateur peut recueillir des observations déjà très précises, individuellement, et dont le grand nombre permet en outre d'atténuer, dans une grande proportion, les erreurs accidentelles.

Les expériences déjà nombreuses qui ont été faites avec cet instrument, par différents observateurs, montrent qu'il permet de déterminer la position du zénith sur la sphère céleste à moins de 1 seconde d'arc, abstraction faite, bien entendu, de l'erreur personnelle.

L'astrolabe de M. Claude consiste en un prisme droit de flint, à base triangulaire équilatérale, dont deux faces renvoient horizontalement dans une lunette les rayons émanant d'une étoile et de son image réfléchie dans

un bain de mercure. L'observation consiste à noter l'instant précis où les deux images passent en coïncidence; grâce au grossissement, le mouvement relatif des deux images est rendu 130 fois plus rapide que celui de l'étoile.

L'ensemble du prisme avec la lunette pivote autour d'un axe vertical monté sur un plateau horizontal en aluminium, mobile lui-même autour d'un axe vertical, et qui peut être orienté dans un azimut quelconque à l'aide d'un index et d'un cercle divisé.

Le bain de mercure repose sur le plateau horizontal; cette disposition, qui a beaucoup facilité l'emploi de l'astrolabe, a été suggérée à l'inventeur par M. l'Ingénieur hydrographe Driencourt.

L'instrument exige une optique très soignée pour que les images soient bien nettes. Ce résultat est aujourd'hui atteint couramment par M. Vion.

Les avantages que nous avons énumérés plus haut font, de l'astrolabe à prisme de M. Claude, l'instrument de voyage par excellence. Les deux plus importants Établissements géographiques de France, le Service géographique de l'Armée et le Service hydrographique de la Marine, l'ont adopté. Son usage ne peut manquer de se généraliser rapidement à l'étranger.

M. **Claude** a donc rendu à la Géographie le très grand service de la doter d'un instrument nouveau qui, tout en étant aussi maniable que ceux dont disposaient les voyageurs, atteint une précision comparable à celle des grands instruments astronomiques.

Votre Commission propose de lui donner un prix sur les fonds du prix Binoux.

Rapport sur les travaux de M. Marcel Monnier, par M. **Alfred Grandidier.**

Déjà connu par ses voyages en Amérique et en Afrique, M. **Marcel Monnier** est parti en novembre 1894 pour l'Asie, où il a successivement exploré l'Indo-Chine, la province chinoise de Kouang-Si, le Japon et la Chine, allant de l'est à l'ouest jusqu'au Tonkin, puis du sud-ouest au nord-est jusqu'en Corée où il a suivi un itinéraire nouveau. Remontant alors le fleuve Amour et traversant le massif de l'Altaï, la steppe Kirghise, le Ferghanat, la Perse, le Caucase et la Russie, il est rentré en France en juillet 1898, ayant parcouru sur le continent asiatique plus de 30000^{km}, dont 10000^{km} à cheval. Il a levé à la boussole 13581^{km} : le Yang-tsé (d'I-tchang à Tchoung-King) et la route jusqu'au fleuve Rouge, soit 2700^{km}; 500^{km} en Corée, de la mer Jaune à la mer du Japon; 8937^{km} de Ourga à Babylone, et 1444^{km} du golfe Persique à la mer Caspienne.

C'est la série de levers faits pendant ce long et intéressant voyage que la Commission du prix Binoux propose à l'Académie de récompenser. Ces levers ont été publiés sous le patronage de la Société de Géographie, dans un Atlas qui contient 28 cartes, 7 à $\frac{1}{150000}$, 2 à $\frac{1}{500000}$ et 19 à $\frac{1}{750000}$. Ce sont principalement les feuilles 18 et 19, où est reporté l'itinéraire de M. Marcel Monnier en Corée, et les feuilles 25 à 28 où est tracé son itinéraire en Perse, qui ont le plus d'intérêt géographique. Cet Atlas est accompagné d'un petit Volume où l'auteur a condensé les notes et renseignements qu'il a recueillis au cours de ses voyages et a mis une série intéressante d'images photographiques. Dans un Ouvrage publié antérieurement, il a raconté en détail ses pérégrinations.

Votre Commission a jugé que ces publications forment un ensemble d'une valeur géographique réelle et propose à l'Académie d'attribuer à M. **Marcel Monnier** un prix sur les fonds du prix Binoux.

Rapport sur les travaux de M. Delpeuch, par M. **de Bussy**.

M. le Lieutenant de vaisseau **Delpeuch** a publié, sous le titre de *La Navigation sous-marine à travers les Siècles*, une histoire très complète de la navigation sous-marine. Son Ouvrage, fruit de recherches laborieuses, ne constitue pas seulement un livre d'une lecture attachante, il renferme un ensemble de documents dont la connaissance est utile à quiconque veut s'occuper de perfectionner la navigation sous-marine.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Becquerel, Violle, Potier; Mascart, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **C.-F. Guilbert**, pour son Ouvrage intitulé : « Les générateurs d'électricité à l'Exposition de 1900. »

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Alfred Picard, Rouché, de Freycinet, Laussedat, Brouardel; Haton de la Goupillière, rapporteur.)

Le concours pour le prix Montyon de Statistique a reçu, en 1902, douze envois. Deux d'entre eux ont été écartés par votre Commission, l'un comme insuffisant, l'autre parce qu'il ne rentre pas dans la formule du prix.

Sur les dix qui ont été retenus, cinq ont immédiatement frappé notre attention comme des œuvres d'une grande valeur, s'élevant dans la sphère ordinaire de la récompense supérieure. Toutefois, une discussion approfondie nous a permis d'établir, parmi ces Ouvrages, les distinctions suivantes :

Deux de ces productions ont été mises en première ligne; et la Commission partage entre elles, par égalité, le prix Montyon de Statistique pour 1902, à savoir :

1° « Étude statistique de la mortalité par gastro-entérite chez les enfants du premier âge en France », par le Dr **F. Bordas**;

2° « Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon de Montdidier », par le professeur **H. Duchaussoy**.

La Commission accorde, en outre, trois *mentions exceptionnellement honorables :*

3° Elle a d'abord distingué le travail de M. le Dr **Liétard** intitulé : « La population des Vosges ». Elle engage expressément cet auteur, qui n'a encore publié qu'un premier Volume, à représenter au même concours l'Ouvrage complet, après l'apparition du Tome second, actuellement en préparation;

4° M. **Paul Dislère** a présenté un important « Mémoire sur la colonisation », d'une forme moins directement statistique que les œuvres précédentes, mais rempli de vues élevées et de documents utiles présentés avec le grand talent de l'auteur ;

5° M. le Dr **Peyroux** a soumis à l'Académie une « Étude sur les causes de la dépopulation d'Elbeuf et sur l'OEuvre des gouttes de lait ». Ce travail reçoit, comme les deux précédents, une mention exceptionnellement honorable.

La Commission décerne enfin cinq *mentions* aux Ouvrages suivants :

6° « Contribution à l'étude de l'alcoolisme en Normandie », par le Dr **R. Leroy**;

7° « Répartition du goitre en France; statistique de l'alcoolisme », par le Dr **L. Mayet**;

8° « Coup d'œil sur l'état sanitaire du pays d'étangs pendant les vingt-cinq dernières années, mouvement de la population dans quarante communes de la Dombes pendant le XIXe siècle », par le Dr **Passerat**;

9° « La cécité en France, statistique, répartition géographique », par le Dr **Trousseau**;

10° « De l'entraînement et de ses effets sur l'artilleur », par un Anonyme qui a pris comme devise : *Primo non nocere.*

Les Rapports spéciaux qui suivent font connaître avec détails les motifs de ces décisions.

Étude statistique de la mortalité par gastro-entérite chez les enfants du premier âge en France, par M. le Dr Bordas.

Rapport de M. **Brouardel**.

M. le Dr **Bordas** adresse à l'Académie un Rapport très intéressant sur la statistique de la mortalité par gastro-etérnite chez les enfants du premier âge en France.

Ce travail comprend deux Parties. Dans la première, accompagnée de neuf Tableaux graphiques soigneusement tracés, M. Bordas établit que la tuberculose et l'atrepsie des enfants représente 30 pour 100 de la mortalité totale, que chacune d'elles se partage à peu près exactement ce chiffre, si bien que, même dans les quelques villes où la natalité dépasse la mortalité, comme à Lille, la natalité survivante à la fin de l'année est inférieure à la mortalité de l'année.

M. Bordas montre que les villes de la région du nord de la France ont une mortalité par gastro-entérite qui dépasse le double de celle des villes du Midi, que cette gastro-entérite atteint plus de la moitié de la mortalité

infantile dans le Nord, et à peine un tiers dans la région située au-dessous de la Loire.

Des Tableaux montrent l'influence prédominante des chaleurs pendant les mois de juin, juillet, août et septembre; ils dénotent la sévérité de cette affection dans les arrondissements pauvres de Lille, Paris, Le Havre.

Quelle est la cause de cette mortalité prédominante dans le Nord et dans l'Ouest?

M. Bordas montre par ses statistiques que ce sont les villes placées dans les régions agricoles qui fournissent les laits les plus renommés qui accusent une mortalité infantile excessive. Il constate que, à Lille, le lait est écrémé de telle façon que la moitié des analyses (694) démontre que le lait ne contient plus 2^g de beurre, que la lécithine passe presque totalement dans la crême enlevée. Il reste un produit dont la valeur alimentaire est bien diminuée.

M. Bordas a constaté que ces laits écrémés sont des bouillons de culture parfaits pour tous les microbes; que, à ce point de vue, leur valeur augmente pendant l'été, de sorte que 4 heures en été équivalent à 24 heures en hiver.

M. Bordas s'élève donc avec énergie contre cet écrémage, dont l'intensité concorde avec la mortalité des enfants âgés de moins de 1 an.

Il critique les mesures prises dans différentes villes, autorisant la vente de ces laits dans des conditions qui ne répondent pas aux intentions des autorités qui les ont soumises à une réglementation et qui leur donnent une existence presque légale, et il conclut que ces laits écrémés doivent être poursuivis, comme à Paris, et considérés comme des falsifications alimentaires.

Ce travail, qui a demandé des recherches statistiques et des analyses extrêmement multiples et longues, mérite une récompense élevée et votre Commission a décidé de partager par égalité le prix Montyon entre son auteur, M. **Bordas**, et M. le professeur **Duchaussoy**.

Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon, de Montdidier, par M. H. Duchaussoy.

Rapport de M. **Haton de la Goupillière.**

M. H. **Duchaussoy**, professeur de Physique au lycée d'Amiens, a présenté à l'Académie, pour le prix Montyon de Statistique, un Volume

in-octavo, d'environ 600 pages, imprimé dans les *Mémoires* de la Société linnéenne du nord de la France, sous le titre : « Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon, de Montdidier ».

Ces deux modestes, savants, et l'on pourrait dire héroïques observateurs, ont, l'un après l'autre, enchaîné leur existence dans un étroit esclavage pour laisser à la postérité et aux édificateurs de la Science météorologique un admirable monument scientifique. Il embrasse, de 1783 à 1869, une série de 86 années à laquelle ne manque pas une seule journée, avec la triple observation effectuée à 6^h du matin, à 2^h et à 10^h du soir. On y trouve à la fois la pression atmosphérique, la température, la pluie, le vent, l'état des nuages, les maladies règnantes (1) et les phénomènes d'histoire naturelle les plus variés. Lorsque Victor Chandon, le père, et après lui son fils Camille, se trouvaient empêchés, la mère ou la fille les suppléaient avec un soin extrême et une grande habileté.

Camille Chandon a légué à la Bibliothèque nationale ses 86 registres annuels. Ils sont encore inédits. A peine quelques emprunts détachés et sans connexion les uns avec les autres ont paru dans diverses revues. Les météorologistes sont unanimes à désirer une publication intégrale de ce précieux recueil. A défaut de cette opération colossale, M. le professeur Duchaussoy apporte aujourd'hui un résumé très utile établi par lui dans les conditions suivantes :

Après un intéressant historique, on trouve d'abord dans ce Volume 86 doubles Tableaux, dressés sur recto et verso et permettant d'embrasser d'un seul coup d'œil les résultats de chaque année. On y lit successivement la pression, maxima, minima ou moyenne; la température, maxima, minima ou moyenne, pour chacun des trois instants précités; les nombres de jours de gelée, de pluie, neige ou grêle; la hauteur de pluie; huit colonnes désignant l'état du ciel, huit autres colonnes pour les directions principales du vent, et une dernière pour le vent dominant. Ces nombreux éléments se trouvent répétés sur douze lignes horizontales présentant la moyenne des divers mois, et une treizième pour celle de l'année entière.

Ces 172 Tableaux ne comprennent pas moins de 32422 nombres, dont 11180 ont dû être transformés par l'auteur pour les ramener au système métrique.

A cette première partie succède un *journal météorologique*, résumant en

(1) Victor Chandon était médecin.

langage ordinaire, pour chacune des 86 années, les indications fournies par les Tableaux précédents, et y ajoutant une foule d'éléments des plus divers : orages de grêle, dégâts causés par les mulots ou les hannetons, épizooties, sécheresses, maladies des végétaux, apparitions de comètes, bolides, aurores boréales, arrivée des hirondelles, premier chant du coucou et du rossignol, épiage du seigle, etc., etc., d'après 94 233 observations.

Des Tableaux récapitulatifs sous la forme décennale s'ajoutent encore à cet ensemble.

S'il s'agissait en ce moment d'honorer les premiers auteurs, l'Académie n'aurait, en vérité, pas de récompense trop grande pour l'importance de l'œuvre accomplie par eux. Mais les deux Chandon sont morts, et depuis trop longtemps pour qu'un hommage posthume, sous la forme des prix qu'elle décerne, puisse atteindre leur mémoire, l'avantage matériel revenant à leurs ayants droit.

Nous avons uniquement devant nous le labeur considérable, intelligent et utile effectué sur ces données par M. Duchaussoy. C'est, du reste, pour nous, un cas très fréquent d'avoir à récompenser l'élaboration effectuée, après coup, par un auteur, d'après des documents primordiaux légués par des observateurs originaux ayant, dans des conditions variables, recueilli des matériaux qui ne peuvent que gagner beaucoup à être ainsi remaniés, groupés, transformés.

Dans ces conditions, nous n'hésitons pas à reconnaître au travail du professeur **Duchaussoy** un grand mérite et une véritable utilité, en raison desquels votre Commission a décidé de partager par égalité le prix Montyon entre son auteur et M. le Dr **Bordas**.

La Population des Vosges, par M. le Dr Liétard.

Rapport de M. **Laussedat**.

Le Volume soumis à l'examen de la Commission du prix de Statistique par M. le Dr **Liétard** est la première partie d'une importante Monographie comme il serait à souhaiter qu'on en publiât sur les diverses contrées de la France et des autres pays.

Ce premier Volume est consacré à l'*Anthropologie* et le second, qui est en préparation, le sera à la *Démographie*.

Dans une première section du présent Volume, l'auteur étudie les ori-

gines de la population vosgienne depuis les époques préhistorique et historique et son développement jusqu'à nos jours. Il y analyse d'abord, en s'appuyant sur les travaux des anthropologistes les plus réputés, qu'il ne craint pas de soumettre à la discussion, les probabilités de l'importance relative des races qui ont les premières peuplé nos provinces de l'Est. Arrivant à l'époque où l'histoire commence à mieux éclairer son tableau, après avoir mentionné la présence des Ligures refoulés un peu plus tard par les Celtes, l'apparition des différentes tribus désignées en bloc sous le nom de Gaulois, il cherche à apprécier l'influence de l'occupation romaine et successivement celle des barbares, en particulier, l'invasion germanique. Enfin, il signale ce qu'il appelle les *éléments secondaires* de la population, c'est-à-dire les Juifs (souvent d'origine germanique ou slave, convertis au judaïsme), les Anabaptistes, qui forment un petit groupe très distinct, et les Tsiganes.

Chemin faisant, il donne des renseignements intéressants sur l'échelonnement des classes, le culte, les croyances, la langue des différentes races et leurs vicissitudes.

Toute cette section est une œuvre d'érudition sérieuse, mais ne comporte que des ébauches de statistique.

La seconde, qualifiée *Anthropologie synthétique* (la première avait été désignée sous le nom d'*Ethnogénie analytique*), comprend quatre Chapitres intitulés : *Le crâne vosgien, la taille dans les Vosges, la santé et la maladie*, enfin *les dialectes et les patois*.

La statistique y joue un grand rôle et si l'auteur a eu recours, pour le premier et le dernier, aux recherches de spécialistes éminents, en faisant preuve encore une fois de la plus saine et la plus vaste érudition ; pour le deuxième et le troisième, il a dû remonter lui-même aux sources souvent difficiles à découvrir, soumettre les chiffres qu'il réunissait à une critique sévère, en un mot, entreprendre un travail à la fois considérable et délicat qu'il me semble avoir accompli avec beaucoup de sagacité et de succès.

Les nombreux diagrammes et cartogrammes qui condensent et éclairent à la fois les faits exposés dans ce Volume en rendent la lecture plus facile et aussi attachante que peut l'être un travail de cette nature. Encore une fois, il serait à souhaiter que l'on eût des renseignements aussi précis, aussi complets sur toutes les parties de la France.

Dans ces conditions la Commission accorde à l'auteur une mention exceptionnellement honorable, en l'engageant à représenter au même

concours, pour une autre année, son Ouvrage, quand il l'aura complété par la publication du second Volume.

Exposition universelle de 1900. — *Rapport du Jury international.* — *Colonisation, par M.* Paul Dislère, *Président de Section au Conseil d'État.* 1 vol. grand format, 190 pages; plus 17 annexes, dont 4 Cartes et 13 Tableaux statistiques.

Rapport de M. de **Freycinet**.

Ce remarquable travail n'est pas le résultat d'une enquête personnelle, faite en vue de conclusions déterminées. C'est plutôt une synthèse de renseignements, dont les uns sont déjà livrés au public, et dont les autres ont dû être communiqués à l'auteur par les nombreux personnages avec lesquels sa mission l'a mis en contact. Mais cette synthèse n'en présente pas moins un haut intérêt à raison de la compétence de l'auteur, ancien Directeur au Ministère de la Marine et des Colonies, et de l'art avec lequel il a su composer un tableau saisissant, quoique en raccourci, du mouvement colonial pendant le XIXe siècle.

Les matières examinées dans cette revue rapide sont choisies avec beaucoup de discernement et suffisent à donner une idée complète du sujet. Ce sont :

Les moyens de communication soit à l'intérieur des colonies, soit entre elles et la métropole;

Le régime de la propriété, la main-d'œuvre, l'émigration;

Les compagnies de colonisation;

L'instruction à ses divers degrés;

Les produits agricoles, les denrées coloniales, l'élevage, la pêche; les richesses forestières et minérales;

Le régime économique, les banques et autres moyens de crédit;

La balance commerciale entre les colonies et la métropole;

Enfin, le régime politique qui prévaut selon la nature des colonies et selon le gouvernement métropolitain.

Chacun des objets est accompagné de chiffres empruntés aux meilleures sources et aux documents authentiques les plus récents. L'exposition, qui est un modèle de clarté et de sobriété, emprunte à ces chiffres mêlés au texte un caractère de rigueur qui impressionne et charme l'esprit. On est amené

à des comparaisons entre les méthodes des différents peuples et l'on saisit sur le vif la part du génie de chacun d'eux.

On ne peut s'empêcher de regretter, en terminant cette attachante lecture, que l'auteur n'ait pas cru devoir en faire ressortir lui-même les enseignements. Nul n'était en meilleure situation que lui pour déduire certaines règles utiles à connaître. Sans doute son titre de rapporteur international l'a gêné pour cette sorte d'appréciations. On doit souhaiter qu'il les produise dans un Ouvrage plus étendu, où il aurait toute sa liberté.

Nous proposons en faveur de ce Livre une *mention exceptionnellement honorable*. Nous n'aurions pas hésité à réclamer un prix si la Commission ne s'était pas trouvé en présence de certains travaux rentrant peut-être plus directement dans le cadre des prix Montyon, décernés par l'Académie des Sciences.

Étude sur les causes de la dépopulation rapide d'Elbeuf. — L'œuvre des gouttes de lait, par M. le Dr Peyroux.

Rapport de M. **A. Picard**.

M. le Dr **Peyroux**, médecin-major du 74e régiment d'infanterie, soumet au jugement de l'Académie des Sciences, pour le Concours du prix Montyon de Statistique (1902) : 1° une brochure intitulée « Étude sur les causes de la dépopulation rapide d'Elbeuf pendant ces dix dernières années (1881-1900); moyens d'y remédier »; 2° un manuscrit : « L'œuvre des gouttes de lait; étude du groupe normand (Elbeuf, Fécamp, Havre) ». La brochure et le manuscrit sont présentés sous la devise « Fais ce que dois; advienne que pourra ».

I. *Étude sur les causes de la dépopulation d'Elbeuf.* — Depuis 1891, sans qu'aucune épidémie se soit manifestée, Elbeuf a perdu 2276 habitants. Sa population s'est réduite de 21326 à 19050. Le nombre annuel des décès (615) dépasse de 128 unités celui des naissances (487). Comparée à la natalité générale de la France, celle d'Elbeuf est suffisante; mais la mortalité a un caractère tout à fait excessif.

M. le Dr Peyroux a recherché les causes du mal et les moyens d'y remédier.

Bien que les mort-nés n'entrent ni dans la statistique des naissances, ni dans celle des décès, il signale avant tout leur proportion exagérée : un

treizième des naissances. Suivant lui, les avortements et les accouchements prématurés sont imputables, d'abord à la syphilis, surtout à la syphilis paternelle, puis à l'alcoolisme et aux traumatismes industriels. L'influence de la syphilis et de l'alcoolisme est bien connue; aussi l'auteur n'insiste-t-il que sur les accidents dus à l'industrie. Il explique comment les rentrayeuses, les épinceteuses et les débarreuses employées à la fabrication du drap sont obligées parfois de monter des pièces très lourdes aux ateliers des étages supérieurs, dans tous les cas de manier ces pièces et d'accomplir ainsi un labeur néfaste pour l'évolution de la grossesse. Il montre encore les tisseuses sur métier léger contraintes de se pencher en avant pour passer dans les mailles de la laine le fil qui a pu s'en échapper et d'appuyer à cet effet l'abdomen sur la barre rigide du métier; ces ouvrières restent d'ailleurs debout pendant 11 heures en moyenne par jour.

Passant aux décès, M. le Dr Peyroux constate que la mortalité frappe les enfants au-dessous d'un an dans une proportion inusitée : 298 pour 1000 des naissances, au lieu de la normale 200; 236 pour 1000 des décès, au lieu de 167. Cette mortalité résulte, pour les deux tiers, d'atteintes de diarrhée infantile. L'alcoolisme des parents prédispose les enfants à la gastro-entérite, leur imprime une faiblesse congénitale qui les met hors d'état de résister. Puis vient la cause déterminante, qu'il faut chercher dans les conditions de leur allaitement. Ne pouvant nourrir ni faire nourrir au sein, l'ouvrière confie le nouveau-né, soit à une gardeuse médiocre, soit même aux frères ou sœurs, sous la vague surveillance d'une voisine, et le fait nourrir au moyen d'une provision de lait achetée et laissée au logis le matin. Ce lait est le plus fréquemment altéré ou souillé de microbes pathogènes; les ingestions, faites à l'aide d'un biberon à tube, sont fatalement irrégulières, souvent trop copieuses. L'œuvre philanthropique des gouttes de lait s'est efforcée de prévenir le danger, mais sans y réussir, car le lait stérilisé qu'elle fournit ne tarde pas à être pollué ou même mélangé d'eau au domicile des éleveuses; la crèche fondée par cette œuvre est, d'ailleurs, insuffisante.

L'élévation de la mortalité au-dessous d'un an a pour conséquence nécessaire la réduction de la mortalité aux autres âges. Du reste, la situation naturelle et le climat d'Elbeuf sont particulièrement favorables. Néanmoins, des efforts doivent être tentés pour diminuer les décès d'adolescents et d'adultes. Un septième de ces décès provient d'affections des voies respiratoires et un autre septième de la tuberculose. L'alcoolisme et la syphilis préparent un excellent terrain de culture à la tuberculose, que

provoquent ensuite l'insalubrité des logements ouvriers, l'insuffisance de la nourriture et la falsification des aliments.

Toutes les déductions de M. le Dr Peyroux sont corroborées par des rapprochements entre les statistiques d'Elbeuf et celles d'autres villes, judicieusement choisies.

Il propose les mesures suivantes :

1° Favoriser et appuyer la ligue antialcoolique locale;

2° Créer une ligue antisyphilitique;

3° Entourer de soins particuliers les ouvrières enceintes; installer des monte-charges dans les usines qui n'en seraient pas encore pourvues; arrêter le travail au huitième mois de la grossesse et assurer aux futures mères un salaire compensateur qui leur permette de rester chez elles pendant le neuvième mois;

4° Provoquer l'institution par l'État d'une nouvelle crèche de cinquante lits, avec obligation pour les mères d'y apporter le matin leurs nouveau-nés, si elles ne justifient d'une garde sérieuse;

5° Remettre, lors des déclarations de naissances, aux déclarants non ouvriers, des instructions concernant l'allaitement et l'élevage du nouveau-né;

6° Poursuivre la répression sévère de l'alcoolisme des parents;

7° Appliquer rigoureusement la loi Roussel;

8° Lutter contre l'encombrement et l'insalubrité des logements ouvriers; subventionner les comités locaux des habitations à bon marché.

2. *L'œuvre des gouttes de lait. Étude du groupe normand.* — M. le Dr Peyroux, qui avait effleuré dans sa brochure la question de l'œuvre des gouttes de lait, y revient spécialement dans son Mémoire manuscrit.

En principe, il reconnaît le but généreux et rationnel de cette œuvre, basée sur la stérilisation du lait animal et sur la modification de ce lait, toujours très différent du lait de femme, c'est-à-dire sur des opérations propres à combattre la cause principale de la diarrhée infantile.

Mais, contrairement aux assertions des médecins qui la dirigent dans plusieurs villes, il la considère comme inefficace et comme vouée en fait à l'impuissance.

Des statistiques détaillées et minutieuses l'ont amené aux constatations que voici, pour Elbeuf, Fécamp et Le Havre :

1° Loin de diminuer depuis la fondation de l'œuvre, le pourcentage des décès au-dessous d'un an imputables à la diarrhée par rapport à l'ensemble

des décès dans la même limite d'âge, celui des mêmes décès par rapport aux naissances, enfin celui des décès de toute origine au-dessous d'un an par rapport aux décès à tout âge, se sont accrus, sauf une légère exception à Fécamp en ce qui concerne le dernier pourcentage;

2° Malgré la diminution des naissances à Elbeuf, le nombre total des décès d'enfants au-dessous d'un an et celui des cas mortels de diarrhée ayant frappé ces enfants ont augmenté.

A Fécamp, où les naissances sont restées à peu près stationnaires, il y a eu légère diminution du nombre total des décès au-dessous d'un an, mais augmentation de la part de ces décès dus à la diarrhée.

Au Havre, où les naissances ont progressé, il s'est produit un accroissement plus rapide des décès au-dessous d'un an et une énorme augmentation de la part imputable à la gastro-entérite.

L'inefficacité de l'œuvre s'explique sans peine.

C'est le plus souvent un enfant qui vient chercher le lait à l'office de distribution. Bien des fois, il cède à la tentation d'y goûter en cours de route et de combler le vide par de l'eau prise à la borne-fontaine.

Au domicile, le lait subit un transvasement funeste.

Le biberon à simple téterelle, qui seul devrait être employé, mais qu'il faudrait tenir à la main, est remplacé par un biberon à long tube.

En dépit des recommandations du médecin de la goutte, si le nourrisson pleure, une bouillie indigeste lui est administrée.

La malpropreté des parents rend, en outre, parfois difficile le nettoyage des flacons.

A tout cela s'ajoute l'irrégularité avec laquelle les enfants sont présentés au médecin de l'Œuvre.

Rien n'est malheureusement possible contre de telles pratiques.

L'auteur conclut donc à supprimer les gouttes de lait qui ont été incapables de faire le bien et qui sont susceptibles de faire le mal, en inspirant une fausse confiance et en détournant les mères de nourrir au sein.

Un seul parti s'impose, favoriser l'allaitement mixte et, *a fortiori*, l'allaitement maternel. C'est l'unique solution du problème, l'unique sauvegarde du nouveau-né.

Les sommes dépensées pour l'achat et la préparation du lait pourraient être consacrées à des bons de viande et à des primes aux mères dont les bons soins seraient constatés. A cet égard, Rouen vient de donner un exemple remarquable et d'obtenir des résultats merveilleux.

Des *consultations de nourrissons* surveilleraient l'allaitement maternel. Une fois par semaine, la mère présenterait son enfant au médecin et lui demanderait, au besoin, conseil pour mener à bien sa noble tâche.

Les questions traitées par l'auteur sont de celles qui intéressent au plus haut point l'avenir du pays.

Des causes multiples et diverses ont enrayé l'accroissement de la population française. La puissance et la richesse nationales risquent d'en subir une cruelle atteinte. A défaut d'augmentation de la natalité, il faut au moins prolonger par tous les moyens possibles la vie moyenne. C'est presque un devoir sacré, pour quiconque le peut, de lutter contre les causes d'affaiblissement et de mort prématurée, notamment contre la mortalité infantile, dont les ravages sont si redoutables dans certaines villes.

M. le Dr **Peyroux** a fait œuvre de science et de bien, en consacrant son savoir et son labeur à la cause patriotique qui laisse encore trop d'indifférents.

Ses Mémoires sont empreints d'un esprit d'analyse, d'une habileté d'observation et d'un amour de la vérité, auxquels on ne saurait trop rendre hommage.

La Commission lui accorde une mention exceptionnellement honorable.

Contribution à l'étude de l'alcoolisme en Normandie;
par M. le Dr Leroy.

Rapport de M. E. **Rouché.**

La brochure de M. le Dr **Raoul Leroy** est relative à l'*Étude de l'alcoolisme en Normandie* et particulièrement dans le département de l'Eure.

Elle débute par un avant-propos fort intéressant sur l'abus de l'eau-de-vie et des diverses boissons alcooliques. Contractées d'abord dans les foires et les marchés, ces habitudes déplorables ont passé du cabaret au sein même de la famille où elles ont pénétré si profondément qu'on peut affirmer aujourd'hui que tout Normand, à quelque classe de la Société qu'il appartienne, s'alcoolise à domicile.

Cette introduction est suivie de plusieurs paragraphes ayant successivement pour titres :

« Le développement de la consommation alcoolique et les débits de boissons » ;

« L'alcool et le cidre ou le vin » ;

« L'alcool et la population, l'aliénation et la criminalité » ;

« L'alcool et les suicides ou les morts accidentelles ».

Les assertions contenues dans ces divers paragraphes sont confirmées par de nombreux renseignements numériques et surtout par des Tableaux graphiques exécutés avec grand soin et remarquables par leur clarté. Médecin de l'Asile des aliénés d'Évreux, M. le Dr Leroy a été, par sa situation, à même de voir le péril alcoolique dans toute son étendue. Il a consigné dans cet Ouvrage de très nombreux documents permettant d'établir le bilan de l'alcoolisme dans l'Eure pendant le xixe siècle. Nous croyons, en terminant l'analyse sommaire de son excellent travail, devoir citer ses conclusions : « L'alcoolisme est un mal qui anéantit les forces vives d'une nation. Il tue l'individu et, avant de le tuer, le déprave et l'avilit. En accroissant par la voie héréditaire la foule des faibles esprits, des criminels et des aliénés, le poison contribue, pour une large part, à la déchéance de la race. Ainsi, perte du capital humain par la multiplication des morts prématurées, perte du capital intellectuel par l'accentuation de la dégénérescence, tel est le bilan de ce fléau. » M. **Leroy** vient de signaler le danger qui menace un pays qui lui est cher; mais il espère que la saine raison du Normand saura conjurer ce péril redoutable.

La Commission accorde une mention au travail de M. Raoul Leroy.

Répartition géographique du goitre en France. Statistiques de l'alcoolisme; par M. le Dr Mayet (Lucien).

Rapport de M. **Brouardel.**

M. L. **Mayet**, interne des hôpitaux à Lyon, adresse à l'Académie :

1° Une étude sur la répartition géographique du goitre en France.

De ce travail, dans lequel les recherches de ses prédécesseurs ont servi de points de comparaison, il résulte que la fréquence du goitre semble avoir notablement diminué, que l'endémie reste assez intense dans une série d'îlots situés dans les Alpes, les Pyrénées, le plateau Central, le Jura et les Vosges.

Malheureusement les causes de cette persistance dans les régions montagneuses, et de leur disparition dans les autres régions restent encore inconnues.

2° Des statistiques de l'alcoolisme très étudiées dans lesquelles il relève

la production et la consommation des alcools en France, la forme sous laquelle ils sont ingérés, la répartition géographique depuis 1870, le nombre toujours croissant des débits de boissons, et, dans un second Mémoire, il compare l'alcoolisme et la dépopulation, l'alcoolisme et la tuberculose, l'alcoolisme et le suicide.

C'est une œuvre très consciencieuse, donnant des indications précieuses sur les questions qui passionnent à juste titre les personnes qui s'intéressent à l'avenir de la France.

La Commission décerne une mention à son auteur.

Coup d'œil sur l'état sanitaire du pays d'étangs pendant les 25 dernières années. — Mouvement de la population dans 40 communes de la Dombes pendant le XIX[e] *siècle, par M. le* D[r] Passerat.

Rapport de M. **A. Picard.**

M. le D[r] **Passerat**, de Bourg (Ain), présente, pour le prix Montyon de Statistique (concours de 1902), deux brochures extraites des « Annales de la Société d'émulation de l'Ain » et intitulées : l'une, « Coup d'œil sur l'état sanitaire du pays d'étangs pendant les 25 dernières années » ; l'autre, « Mouvement de la population dans 40 communes de la Dombes pendant le XIX[e] siècle ».

Ces deux opuscules ont trait, l'un et l'autre, à 40 communes rurales de l'arrondissement de Trévoux, dont le territoire est partiellement recouvert d'étangs. Le second ne constitue, en quelque sorte, que le développement du premier.

Les étangs dombistes sont, on le sait, des réservoirs artificiels alternativement remplis d'eau, puis mis à sec et cultivés. Des drainages superficiels en assurent l'assainissement pendant les périodes d'*assec* et d'*évolage*. Beaucoup d'entre eux ont disparu au cours de la seconde moitié du XIX[e] siècle.

Après avoir constaté que l'état sanitaire de la Dombes est en progrès depuis 25 ans, que tout en gardant un caractère endémique le paludisme a notablement diminué dans la région et que les accès ont pris le plus souvent une allure bénigne, M. le D[r] Passerat s'est demandé si cette amélioration devait être attribuée à la disparition progressive des étangs. Il a entrepris une série d'études laborieuses et intéressantes, non seulement sur l'évolution et la distribution du paludisme à diverses époques du

XIXe siècle, mais aussi sur la démographie de la Dombes : naissances, décès, immigration, émigration, mouvement de la population.

Les recherches de l'auteur l'ont amené aux conclusions suivantes :

1° La population du pays d'étangs a augmenté d'une façon continue jusqu'en 1891 ; depuis, elle est en forte décroissance.

Très considérable quand les étangs étaient nombreux, l'accroissement a diminué dès qu'ont été entreprises les opérations de dessèchement, puis a fait place à une réduction quand ces opérations se sont étendues.

Durant la première moitié du XIXe siècle, l'accroissement de la population dombiste était trois fois plus forte dans les communes possédant beaucoup d'étangs que dans les communes qui en avaient très peu.

La diminution actuelle est plus marquée dans les communes ayant peu d'étangs.

2° Le nombre des naissances en Dombes a crû du commencement au milieu du siècle. Depuis, la natalité est en décroissance.

Exception faite de la première décade, le nombre des naissances a toujours dépassé celui des décès. L'excédent est plus accentué dans les communes couvertes d'étangs que dans celles qui n'en ont presque plus.

3° Alors que les étangs occupaient une vaste superficie, la Dombes bénéficiait d'une importante immigration. Le fait inverse a succédé au dessèchement et, de 1891 à 1901, il s'est produit une énorme émigration.

4° La mortalité dans le pays dombiste s'est graduellement abaissée depuis le commencement du XIXe siècle. De 3,83 par 100 habitants pendant les trente premières années, elle s'est réduite à 2 en 1891, et à 1,52 en 1901.

En même temps, l'âge moyen des décédés suivait une progression continue. De 25 ans il montait à 34 pour 1892 et à 40 pour l'année 1901.

Ce relèvement est indépendant de la surface desséchée. Il l'est aussi de la proportion entre la surface en eau et la surface totale du territoire des diverses communes.

L'auteur considère, en résumé, l'amélioration de l'état sanitaire de la Dombes comme dû aux changements survenus dans la nourriture, le vêtement et l'habitation, ainsi qu'à la multiplication des voies de transport et à la diffusion de l'instruction.

Suivant lui, les résultats de ses recherches répondent victorieusement aux accusations portées contre la salubrité du pays et fournissent une solide défense du système des eaux jadis en faveur.

Au premier abord, la thèse de M. le Dr Passerat peut paraître quelque

peu paradoxale. En effet, l'un des objets principaux du dessèchement de la Dombes a été de combattre le paludisme, et le résultat semble avoir été atteint.

Cependant une étude plus attentive des faits ne tarde pas à montrer que la doctrine de l'auteur s'appuie sur des bases solides.

Les fièvres paludéennes se sont atténuées ou ont même entièrement disparu, dans nombre de régions du territoire couvertes d'étangs, sans que ces étangs aient été desséchés. Il y a là un effet général des modifications heureuses apportées au régime de la vie : les progrès réalisés en ce qui concerne l'habitation, la nourriture et le vêtement ont constitué la meilleure prophylaxie contre le paludisme.

D'autre part, le dessèchement de la Dombes n'a pas porté les fruits qu'on en attendait, au point de vue de la fécondation du sol. L'ancien système d'évolages et d'assecs périodiques était particulièrement approprié à la terre, dont les produits ont diminué depuis l'abandon de ce système. En présence de l'appauvrissement manifeste du pays, plusieurs députés ont dû proposer et les Chambres ont voté des dispositions tendant à la remise, au moins partielle, en eau des anciens étangs.

Ainsi, l'amélioration de la santé publique ne saurait être comptée avec certitude à l'actif du dessèchement, et l'opération a eu, sans aucun doute, des conséquences fâcheuses pour le rendement du sol.

Les longues et attentives observations de M. le Dr **Passerat**, le discernement dont il a fait preuve, le courage avec lequel il a combattu des idées jadis admises comme un dogme, sont autant de titres à la bienveillance de l'Académie; votre Commission lui accorde une mention.

La Cécité en France. — Statistiques. — Répartition géographique, par M. le Dr Trousseau.

Rapport de M. **Brouardel.**

Ce travail est très intéressant. M. **Trousseau** relève qu'en France il y a 8 aveugles pour 10000 habitants.

Une Carte établit leur répartition. Plus de 20 dans le département de la Corse, moins de 4 dans la Gironde, le Puy-de-Dôme, etc.

Je ne puis exposer la statistique des causes si nombreuses qui déterminent la cécité. M. Trousseau les résume ainsi :

La vue est menacée :

Chez les enfants, par la conjonctivite purulente;

Chez les adultes, par l'atrophie des nerfs optiques;

Chez les vieillards, par le glaucome.

M. Trousseau compare ensuite la cécité binoculaire à la cécité monoculaire. Dans cette dernière, les traumatismes comptent pour 20 pour 100.

M. Trousseau établit la fréquence des différentes causes dans les diverses régions de la France, puis arrive aux conclusions, c'est-à-dire à la prévention.

Il estime à 35 pour 100 le chiffre des cécités évitables.

Il signale notamment :

1° L'ophtalmie purulente des nouveau-nés, la méthode de traitement de Crédé qui, à la Maternité de Leipzig, a fait tomber le chiffre des ophtalmies purulentes de 10, 8 pour 100 à $\frac{1}{2}$ pour 100;

2° La conjonctivite granuleuse;

3° Les traumatismes, etc.

Pour ces différents groupes, le médecin et l'administration peuvent intervenir utilement.

La Commission décerne une mention à l'Ouvrage de M. le Dr **Trousseau**.

De l'entraînement et de ses effets chez l'artilleur, par un Anonyme.

Rapport de M. **Laussedat**.

Le Mémoire manuscrit, présenté sous ce titre au Concours pour le prix Montyon (Statistique), sans nom d'auteur et avec la devise : *Primo non nocere,* doit être considéré comme un excellent Rapport de Médecine militaire.

L'auteur a procédé à toutes les mensurations de nature à faire connaître les effets de l'entraînement dans l'artillerie, sur un contingent de 479 recrues, d'abord au moment de l'incorporation et 6 mois après environ, c'est-à-dire à la fin des exercices d'entraînement et avant les fortes chaleurs qui troublent les résultats.

Il a examiné séparément les trois catégories de recrues, dans l'état actuel de la loi militaire : dispensés, appelés et ajournés, réparties dans ces trois autres : peloton d'instruction composé des aspirants au grade de brigadier et à l'avancement ultérieur, des conducteurs ou canonniers à cheval et des servants à pied.

Il a constaté, par la comparaison et la discussion de ses mensurations, que l'entraînement avait été généralement favorable aux servants à pied et à

cheval, mais beaucoup moins aux aspirants brigadiers soumis à un véritable surmenage. Il a aussi donné une explication des différences révélées principalement par la balance, avant et après l'entraînement pour les diverses catégories, et essayé d'en discuter les causes en tenant compte des origines des recrues, c'est-à-dire de leurs professions et des climats différents auxquels elles appartenaient. Ces différentes recherches et les nombreux Tableaux numériques que renferme le Mémoire ont paru à votre Commission mériter, pour l'auteur, une mention dans le Concours pour le prix Montyon de Statistique.

Les conclusions de ces divers Rapports ont été adoptées.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Armand Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine; Haller, rapporteur.)

L'Académie, sur la proposition qui lui a été faite à l'unanimité par la Section de Chimie, décerne cette année le prix Jecker à M. **Rosenstiehl.**

Rapport sur les travaux de M. Rosenstiehl, par M. **Haller.**

Bien que M. A. Rosenstiehl ait mis son savoir au service de l'Industrie pendant la période la plus féconde de sa carrière, l'œuvre purement scientifique qu'il a produite n'en est pas moins remarquable tant par l'originalité qu'elle revêt que par la continuité avec laquelle elle a été poursuivie.

Il n'est pas de région de ce vaste domaine de la Science chimique où M. Rosenstiehl n'ait porté ses investigations et où il n'ait montré ses brillantes qualités d'esprit ingénieux et d'observateur sagace. Mais c'est surtout la Chimie organique qui fut l'objet de ses nombreuses recherches. Son premier Mémoire date de 1860 et a trait à la préparation des dérivés acétylés et chlorés de l'hexachlorobenzène.

A ce Mémoire succéda un travail sur le noir d'aniline, travail qui fut continué dans la suite et amena l'auteur à élucider cette question si complexe et si discutée de la formation de ce noir et du rôle que jouent les quantités infiniment petites de certains sels métalliques nécessaires à la production de la couleur.

Des recherches d'un autre ordre, recherches d'une portée plus étendue, et non moins fécondes en résultats théoriques et pratiques que celles qui précèdent, n'ont pas tardé à captiver l'attention de M. Rosenstiehl et l'ont conduit à ce bel ensemble de découvertes dans la série des dérivés du triphénylméthane, découvertes qu'il couronna par une théorie aussi simple que séduisante de la fonction des colorants basiques dont le diphénylméthane et le triphénylméthane sont les carbures fondamentaux. Reprenant l'étude de la toluidine, il commença par démontrer que ce composé n'était pas un corps unique, mais que, outre la toluidine solide ou paratoluidine, elle renfermait un isomère, la pseudo-toluidine ou orthotoluidine comme on l'appela depuis. Cette découverte l'amena à préparer un grand nombre de dérivés de cet isomère et en particulier le pseudo- ou orthonitrotoluène qu'il isola du nitrotoluène de Deville pour le différencier du paranitrotoluène de Jaworsky.

La synthèse de la parafuchsine, celle de quelques rosanilines isomères ou appartenant à d'autres séries, la préparation de carbures homologues du diphényltolylméthane, terminèrent ses premières études sur ce groupe important de dérivés du triphénylméthane.

Il les reprit quinze ans plus tard dans l'unique but d'étayer par des expériences et des synthèses nouvelles les conceptions qu'il se faisait de la constitution et de la fonction des colorants basiques dont la fuchsine est le type fondamental, conceptions auxquelles M. de Bœyer, l'éminent chimiste de Munich, vient de se rallier.

Entre temps, M. Rosenstiehl avait porté son attention sur les matières colorantes de la garance et déterminé la part qui revient à chacune dans le phénomène de la teinture. Ses recherches eurent comme conséquence l'étude des rapports qui existent entre la pseudo-purpurine et la purpurine, la synthèse de la purpurine, celle de la nitroalizarine et de divers autres dérivés qui se rattachent au groupe de l'anthracène.

Ses nombreuses études sur les composés azoïques n'ont pas été moins fertiles en résultats. Sa découverte du noir phénylène, celle non moins importante des multiples dérivés d'azoxyamines, qu'il fit en collaboration avec M. Nœlting, et qui devait aboutir à la série des couleurs connues

sous le nom de *rouges de Saint-Denis,* les généralisations et les déductions auxquelles ses nouvelles recherches donnèrent lieu, ont montré que tous les chapitres de la Chimie organique lui sont familiers et qu'à tous ceux qu'il a abordés M. Rosenstiehl a réussi à apporter sa contribution personnelle.

A cette longue énumération de titres il nous faudrait encore ajouter ses travaux sur la Chimie minérale et sur la Chimie physique, ses recherches sur la vision des couleurs, celles plus récentes sur la solubilité de la matière colorante rouge du raisin, sur la stérilité et les conditions de fermentation du jus des fruits, et l'ensemble des innovations et des perfectionnements de toute nature qu'il a introduits dans la pratique si délicate de la teinture et de l'impression.

Aussi votre Commission a-t-elle jugé à l'unanimité que l'œuvre, utile et féconde pour la Science, poursuivie pendant plus de quarante ans par M. **Rosenstiehl**, méritait une des plus hautes récompenses dont dispose l'Académie et elle vous propose en conséquence de lui accorder le prix Jecker.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. Albert Gaudry, Marcel Bertrand, Zeiller, Michel Lévy; de Lapparent, rapporteur.)

M. **de Grossouvre**, Ingénieur en chef des Mines et l'un des plus actifs collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, vient d'achever la publication d'un magistral Mémoire sur « Les Ammonites de la Craie supérieure ». Cette formation, qui a couvert, en France, de si vastes espaces, s'y fait remarquer, en général, par l'uniformité de ses caractères, qui rend très difficile l'établissement des subdivisions et impose, plus étroitement qu'ailleurs, le judicieux emploi de l'argument paléonto-

logique. Mais la valeur des conclusions qu'on en tire dépend beaucoup du genre d'animaux fossiles auquel on l'applique; et l'expérience a prouvé, d'une part, que la considération des faunes dans leur ensemble donnait des résultats beaucoup moins nets que les comparaisons basées sur un groupe très restreint d'animaux, d'autre part que rien n'égalait, à ce point de vue, la sûreté des informations fournies par l'étude de l'évolution des Ammonites.

Malheureusement, dans la craie de notre pays, les restes d'Ammonites sont aussi rares que mal conservés, et l'on a pu croire longtemps qu'à l'époque de la craie supérieure ces animaux, relativement abondants en Westphalie, en Bohême, en Galicie, au Texas, en Inde, avaient évité de fréquenter les mers de la région française. C'est un des mérites de M. de Grossouvre d'avoir établi par de patientes recherches qu'il n'en est rien, et qu'en réalité presque tous les types décrits à l'étranger peuvent être retrouvés dans nos gisements.

Après avoir démontré que la craie de Villedieu en Touraine, jusqu'alors considérée comme une unité homogène, abritait en réalité trois zones distinctes d'Ammonites, M. de Grossouvre a entrepris une étude approfondie de tous les gisements crétacés connus, non seulement en Europe, mais aussi en Inde et en Amérique. Il en a tiré, d'abord, les éléments d'une stratigraphie systématique de la craie supérieure, uniquement fondée sur les zones d'Ammonites, ensuite ceux d'une revision paléontologique détaillée de cette famille d'animaux. Il a été ainsi conduit à créer plusieurs genres nouveaux, dont chacun caractérise une époque, ainsi qu'un certain nombre d'espèces et de variétés, ces distinctions étant fondées, tant sur le mode d'enroulement, la forme extérieure et l'ornementation, que sur la considération si délicate de l'allure des cloisons. Trente-neuf planches en phototypie, d'une exécution parfaite, accompagnent cette description, qui ne comprend pas moins de 255 pages in-4°.

L'auteur ne s'en est pas tenu là, et son Ouvrage renferme, sous le titre de « Essai sur l'histoire de la Terre », un important Chapitre d'aperçus généraux, où se révèlent la pleine compétence du savant ingénieur et sa remarquable érudition dans tout ce qui touche à la succession des terrains stratifiés sur le globe entier.

Le travail de M. de Grossouvre est considérable; on peut presque dire qu'il épuise la matière; et il a paru à la Commission que l'œuvre, remarquable à la fois sous le rapport de la Paléontologie pure et au point de vue des conclusions qui en rejaillissent sur l'histoire des formations sédimen-

taires, réunissait à un haut degré les conditions indiquées par les termes de la fondation du prix Fontannes. La Commission est donc d'avis d'attribuer cette récompense à M. DE GROSSOUVRE.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Bassot, Laussedat, Grandidier; de Lapparent, rapporteur.)

La magistrale série d'Ouvrages publiée sous les auspices du Service géographique de l'Armée, et où le colonel BERTHAUT a retracé l'histoire de la *Carte de France*, ainsi que celle du Corps des *Ingénieurs géographes*, répond entièrement à la question posée en vue du prix Gay pour 1902.

En effet, il n'est pas un seul des progrès, réalisés au XIXe siècle dans l'étude et la représentation du terrain, qui ne soit analysé à son heure, et même étudié dans ses plus lointaines origines, au cours de l'un de ces deux Ouvrages, où le grand nombre et le bon choix des cartes et dessins ajoutent encore à l'intérêt du texte.

On y peut suivre tour à tour les divers développements de la Géodésie qui, selon l'expression de l'auteur, s'est créée de toutes pièces entre les mains des Ingénieurs géographes, depuis l'emploi du théodolite et du cercle répétiteur jusqu'à l'application courante de la méthode de réitération et aux progrès des observations à grandes distances, si brillamment affirmés en 1879 par la jonction géodésique de l'Algérie avec l'Espagne.

L'auteur nous fait assister à l'éclosion de la Topographie, qui au commencement du siècle ne disposait encore que de la planchette et de l'alidade à pinnules, tandis qu'à partir de 1810 apparaissent les éclimètres et les boussoles nivelantes, sans cesse perfectionnés par nos officiers jusqu'au jour où l'alidade et la règle à éclimètre les remplacent. Enfin l'emploi du tachéomètre vient affranchir de la mesure préalable d'une base

l'appréciation rapide des distances, tandis que le procédé du filage des courbes imprime une précision nouvelle à la représentation du terrain, encore facilitée par l'application des méthodes photographiques.

En ce qui concerne le figuré du sol, l'histoire de la Carte de France enregistre, à partir de 1802, la disparition des derniers restes de la perspective cavalière; la première application systématique des courbes de niveau; l'établissement, dû au colonel Clerc, entre 1809 et 1811, d'une véritable méthode pour la définition géométrique du terrain; les longues délibérations qui ont abouti à l'emploi des hachures, avec combinaison des deux modes d'éclairage, zénithal et oblique; enfin les ressources qu'offre de nos jours l'emploi simultané des courbes de niveau et des teintes estompées avec la représentation en plusieurs couleurs des particularités de la Carte.

En matière de Cartographie, le colonel Berthaut expose les progrès réalisés par la gravure sur cuivre, notamment en ce qui concerne la conservation des planches-mères, si bien ménagées aujourd'hui par l'aciérage et la reproduction galvanoplastique; le perfectionnement des reports sur pierre; l'heureuse invention de la zincographie, à la fois si économique et si favorable à la manipulation des planches; enfin les facilités que l'emploi des procédés électriques est venu donner pour la correction des cartes.

Tout cela est exposé en détail, avec documents à l'appui, dans les Ouvrages du colonel Berthaut; et ce n'est pas une mince satisfaction d'y pouvoir constater quelle part, tout à fait prépondérante, revient à la France dans cette série de conquêtes de l'Art et de la Science. L'auteur met bien en lumière les services rendus, au milieu de difficultés et de déboires de toute nature, par les Ingénieurs géographes, dignes successeurs des Ingénieurs des camps et armées, et si fertiles en ressources devant les exigences à chaque instant suscitées par les guerres du Consulat et de l'Empire.

Ajoutons que, par le seul exposé des choses accomplies, cette dernière partie de l'œuvre du colonel Berthaut est bien faite pour raviver, chez les hommes de science, le regret de la mesure désastreuse par laquelle, en 1832, la suppression du Corps des Ingénieurs géographes a été décidée. Par là notre pays a perdu la grande avance que, depuis Cassini, il avait prise sur toutes les autres nations dans cet ordre de travaux.

Du moins il n'en a pas perdu la tradition, et l'on sait que le Service géographique de l'armée est en mesure de procéder à la rapide exécution d'une Carte de détail, qui de nouveau ferait honneur à la France. L'Aca-

démie des Sciences a déjà marqué, par son intervention près des Pouvoirs publics, l'intérêt qu'elle portait à cette œuvre malheureusement encore ajournée. Elle jugera bon d'affirmer une fois de plus ses sympathies, en décernant le prix Gay au colonel **Berthaut**, membre distingué du Service dont elle a pris à tâche de seconder les efforts.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux; Bornet, rapporteur.)

M. **Roland Thaxter**, professeur de Cryptogamie à l'Université de Harvard, à Cambridge, Mass., États-Unis d'Amérique, était encore élève au laboratoire de M. W.-G. Farlow, lorsque, sur le conseil de son maître, il prit pour sujet d'étude les Champignons parasites des insectes en Amérique. Un premier Mémoire sur les Entomophthorées des États-Unis parut en 1888 et plaça son auteur au rang des meilleurs observateurs. Le second Mémoire, qui est consacré aux Laboulbéniacées, fait époque dans l'histoire de la Botanique.

Quand Montagne et Robin, en 1853, établirent le genre *Laboulbenia* pour une production hétéroclite découverte 5 ans auparavant par Rouget, sur les antennes et les élytres de divers Coléoptères, ils ne se doutaient pas que ce Champignon était le premier représentant d'une famille des plus extraordinaires qui a pris subitement, entre les mains habiles de M. Thaxter, une extension imprévue.

Comme les Laboulbéniacées n'infligent aux insectes sur lesquels elles vivent aucune de ces maladies épidémiques que déterminent d'autres Champignons, les Entomophthorées, par exemple; que leur habitat et leur dimension exiguë n'attiraient pas l'attention des botanistes, leur connaissance a progressé lentement. En 1873, 16 ans après la publication faite par Robin, Peyritsch, dans une revue d'ensemble de la famille, en énu-

mère 12 espèces; 16 ans plus tard encore, dans une revision nouvelle, M. Berlese n'en cite que 13. Deux espèces seulement avaient été ajoutées à ce chiffre lorsque, en 1895, parut la Monographie des Laboulbéniacées. Le nombre des espèces qui y sont décrites est devenu dix fois plus grand et celui des genres a passé de 6 à 28. Depuis lors, M. Thaxter ayant visité les collections entomologiques de plusieurs musées d'Europe, et notamment celles du Jardin des Plantes de Paris, a commencé l'énumération des espèces nouvelles qu'il a découvertes. Elles se montent à 289, dont 139 pour le seul genre *Laboulbenia*. Le chiffre précédemment acquis est donc presque doublé. 17 genres nouveaux s'ajoutent aux 28 déjà connus.

Mais cet énorme accroissement du nombre des espèces n'est pas le seul ni le principal mérite de l'œuvre de M. Thaxter. Il a utilisé ces riches matériaux pour étudier, sous tous les aspects, la structure et la biologie des Laboulbéniacées. En parcourant les figures, dessinées par l'auteur, qui remplissent les 26 planches de la partie de la Monographie déjà publiée, on est frappé de la diversité de modifications de détail que présente le type d'organisation si particulier des Laboulbéniacées. Toutes, en effet, se composent d'un réceptacle bicellulaire le plus souvent fixé à l'enveloppe chitineuse des insectes par une pointe conique, d'appendices filiformes sur lesquels se développent les anthéridies, et d'un ou plusieurs périthèces contenant des thèques. Par ce dernier caractère, elles se placent parmi les Champignons Ascomycètes. Mais, ainsi que H. Karsten l'a indiqué le premier, et comme le démontre M. Thaxter, ces thèques se développent dans des conditions qui présentent une étroite analogie avec les phénomènes observés chez les Algues de l'ordre des Floridées. En effet, leur appareil femelle, très différencié, est constitué par un procarpe formé de trois cellules superposées : une inférieure carpogène, une médiane trichophorique, une supérieure prolongée en trichogyne. Celui-ci peut être simple ou ramifié, rester indivis ou se cloisonner, suivant les genres où on l'examine. Les anthérozoïdes, immobiles, se fixent sur ce trichogyne et s'y soudent. Bientôt après, il se flétrit et disparaît. Alors la cellule carpogène commence à subir une série de divisions ayant pour résultat de donner naissance aux cellules ascogènes dont le bourgeonnement produit les thèques. La corrélation entre la disparition du trichogyne et les modifications de la cellule carpogène est constante, comme chez les Floridées. Le mode de développement du périthèce des Laboulbéniacées montre aussi beaucoup de ressemblance avec celui du péricarpe de ces Algues. On

ne saurait méconnaître la grande importance de la double parenté des Laboulbéniacées avec les Floridées et les Champignons pour la solution des problèmes que soulève l'origine des divers groupes des Thallophytes.

Les phénomènes relatifs à la production des anthéridies et des anthérozoïdes, à la fécondation, aux états successifs de la formation du fruit sont exposés dans le texte avec une grande lucidité. Ils sont en outre représentés par des figures très claires qui laissent peu de doute sur la réalité de la reproduction sexuelle chez ces végétaux. Toutefois, la difficulté de se procurer une quantité suffisante de matériaux favorables, l'imperméabilité presque absolue de la membrane des cellules aux réactifs colorants n'ont pas permis à l'auteur de suivre les noyaux au moment de la fécondation, d'en observer les modifications et de compléter la démonstration jusqu'au bout, ainsi qu'on a pu le faire chez les Algues rouges.

La morphologie générale et le développement des Laboulbéniacées, depuis la spore jusqu'à l'état parfait, n'ont pas été étudiés par M. Thaxter avec moins de soin que la reproduction. Les détails qu'il donne sur les variations normales des espèces et sur les causes qui les déterminent, sur le temps nécessaire pour que les jeunes individus atteignent leur croissance, sur les limites de leur existence se lisent avec beaucoup d'intérêt. Des Chapitres sont consacrés à la distribution géographique des Laboulbéniacées, à la statistique des hôtes sur lesquels elles vivent, à l'énumération des parasites qu'elles hébergent.

Dans la partie systématique de sa Monographie, M. Thaxter discute la place des Laboulbéniacées dans la classification et fait connaître les raisons qui l'ont conduit à prendre les organes mâles comme base de l'arrangement qu'il adopte. Suivent la morphologie spéciale et la description des genres et des espèces. La méthode, l'ordre et la clarté avec lesquels ce travail a été exécuté font de la Monographie des Laboulbéniacées un Ouvrage fondamental.

Il faut ajouter que l'on doit à M. Thaxter des recherches non moins précieuses sur divers Champignons aquatiques nouveaux, mal connus ou critiques, de la famille des Saprolégniées.

Sous le nom de *Myxobactériacées*, il a créé une curieuse famille de Schizomycètes dont les cellules bacillaires ont la propriété de s'agréger à la manière des plasmodes des Myxomycètes Acrasiés et de produire des colonies plus ou moins compliquées, de formes définies, terminées par des kystes où sont contenus, soit des bâtonnets semblables à ceux qui constituent la masse végétative, soit des spores. La similitude de formes résul-

tant d'un même processus qui existe chez les colonies de deux groupes de plantes dont les éléments primaires, myxamibes et bacilles, sont si différents, est aussi intéressante qu'instructive.

Afin de manifester la haute estime en laquelle elle tient les remarquables travaux de M. **Roland Thaxter**, la Commission lui décerne le prix Desmazières pour 1902.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires ; MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Zeiller; Prillieux, rapporteur.)

M. **Vuillemin**, professeur à l'Université de Nancy, a présenté à l'Académie un ensemble considérable de travaux publiés par lui depuis 15 ans sur la Morphologie et la Biologie des Champignons des types les plus variés, depuis les Mucorinées et les Entomophthorées jusqu'aux Pézizes.

L'auteur y a fait preuve des plus remarquables qualités d'observateur; familiarisé avec les méthodes les plus perfectionnées de la Science moderne, il a su faire croître en culture pure les petits êtres dont il a suivi le développement et utiliser les meilleurs procédés de coloration pour étudier la structure intime des noyaux dont il a observé, dans les Entomophthorées, les multiplications et les fusions successives, si remarquables dans la formation des Azygospores. Fort érudit et très au courant des opinions diverses émises sur les plus hautes questions de Biologie végétale, il profite toujours de l'étude des faits de détail qu'il observe pour en tirer quelques conséquences se rapportant aux grandes questions d'ordre général et particulièrement à celles qui touchent à la sexualité et à la fécondation dans la classe des Champignons.

Les Mémoires et Notes présentés par M. Vuillemin sont trop nombreux pour qu'il soit possible d'en donner ici une analyse, même sommaire.

Un nombre important de ces travaux portent sur des Champignons qui sont causes de maladies de plantes : tumeurs de la Betterave, maladie des Peupliers, chancres des Conifères, etc. En étudiant les Champignons arboricoles, M. Vuillemin a découvert beaucoup de faits nouveaux et fait connaître des organismes si particuliers qu'il en a pu faire les types d'une famille nouvelle, celle des Hypostomacées. Comme à son ordinaire,

M. Vuillemin a étendu ces études spéciales à des considérations générales en abordant la discussion des conditions relatives du parasitisme et de la symbiose.

Toutes ces recherches, très précises, très délicates et éclairées par un esprit large et généralisateur, ont paru à votre Section de Botanique justifier l'attribution du prix Montagne à M. **Vuillemin**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Perrier, Giard, Chatin, Delage, Grandidier.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Chatin, Delage, Perrier, Bonnier;
Giard, rapporteur.)

Sous le titre : *Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes*, M. **R. de Sinéty** a présenté au concours, pour le prix Thore, un beau Mémoire (164 pages, 4 planches doubles et une excellente planche en photographie d'après des préparations microscopiques de cellules génitales en cinèses maturatives). Ce travail tient plus que son titre ne promet, car l'auteur y a publié de précieuses données sur la spermatogenèse des principales familles d'Orthoptères. Il répond aussi d'une façon très large au programme du prix Thore, puisque, à côté de résultats fort importants obtenus en France par l'éducation et l'observation en captivité de Phasmides exotiques, M. de Sinéty nous apporte une foule de faits intéressants relatifs à des Insectes d'Europe : *Bacillus Rossii* et *gallicus*, *Leptynia attenuata*, etc.

La parthénogenèse est connue depuis quelques années déjà chez divers Orthoptères et particulièrement chez les *Bacillus*. On avait même observé que cette parthénogenèse est généralement thélytoke, c'est-à-dire que les produits nés sans fécondation appartiennent au sexe femelle. M. de Sinéty est allé plus loin. Par des expériences délicates poursuivies pendant 3 années, il a montré que chez *Leptynia attenuata* le spermatozoïde est le déterminant du sexe mâle. C'est là un résultat bien surprenant et tout à fait opposé à ce que nous connaissons de la parthénogenèse chez les Abeilles. Chez les Phasmides, où les mâles sont normalement nombreux, la non-fécondation entraîne comme conséquences secondaires une réduction de la ponte globale et un abaissement du taux des éclosions.

Dans un autre ordre d'idées, M. de Sinéty nous signale un fait biologique non moins inattendu : un mélanisme prononcé peut être provoqué chez *Dixippus morosus* par le séjour à l'obscurité. On sait que, en général, les animaux élevés à l'abri de la lumière présentent, au contraire, une tendance plus ou moins grande à la disparition des pigments.

Jusque dans ces dernières années l'anatomie interne des Phasmes était peu connue; nos espèces indigènes, par leur petite taille, se prêtent mal à la dissection, et l'étude par coupes d'animaux à revêtement chitineux très épais est aussi fort difficile. M. de Sinéty ne s'est pas laissé décourager par ces obstacles : il a d'ailleurs confirmé les résultats qu'il avait obtenus chez *Bacillus* et *Leptynia* par l'examen d'espèces exotiques de plus grandes dimensions et nous a révélé beaucoup de détails curieux sur l'organisation de ces animaux.

L'épithélium du jabot, impropre à l'absorption, sert à l'accumulation de graisse de réserve. Les tubes de Malpighi sont de deux espèces qui se distinguent l'une de l'autre par des caractères embryogéniques, anatomiques et physiologiques. Des carbonates calcaires se trouvent parmi les concrétions d'une espèce de tubes, et chez les femelles seulement.

Les formations massives paires, connues sous le nom de *ganglions pharyngiens antérieurs* et décrites par les auteurs comme des centres nerveux, sont un appareil de soutien et un intermédiaire d'innervation pour l'aorte, qui se termine, comme chez les Diptères, par une sorte de lame voûtée.

Je passe sur les constatations nouvelles de M. de Sinéty relativement aux membranes trachéolaires et aux organes génitaux pour signaler plus spécialement les conclusions tout à fait remarquables que lui a fournies l'étude de la spermatogenèse des Orthoptères.

Contrairement aux idées admises par la plupart des embryologistes, les

processus des *divisions réductrices* se sont montrés de tout point semblables à ceux que Guignard et Strassburger ont décrits pour les végétaux. Il n'y a pas de division *réductionnelle* au sens de Weismann, mais les groupes quaternes doivent leur origine à une double division longitudinale des chromosomes dans les spermatocytes de premier ordre. L'insertion des groupes quaternes sur le fuseau achromatique peut affecter plusieurs modalités qui dépendent de leur forme et de leur longueur; les différences d'interprétation qui séparent les auteurs tiennent à ce qu'ils ont négligé ce fait fondamental. Gallardo a déjà insisté, d'ailleurs, sur les erreurs qui résultent de la tendance de beaucoup de cytologistes à ne pas chercher à construire dans l'espace les figures cinétiques que le microscope leur fournit en projections.

Enfin M. de Sinéty a retrouvé, dans les cellules sexuelles de divers Orthoptères (Acridiens, Locustiens, Grylloniens, Phasmes), le chromosome spécial découvert par Wallace (1900) chez une Araignée et par Montgomery (1901) chez de nombreux Hémiptères. Il a démontré que chez un Locustien (*Orphania*) ce chromosome ne se divise pas à la première cinèse sexuelle, mais passe intégralement dans un des spermatocytes de second ordre, de sorte que, sur quatre spermatides formant la descendance d'un spermatocyte, deux se trouvent privilégiés. Il en résulte que, malgré la forme extérieure en apparence identique, il y a chez ces animaux des spermatozoïdes de deux espèces différentes.

La découverte de M. de Sinéty prend, ce nous semble, une signification nouvelle, si on la rapproche des belles recherches toutes récentes de Meves et si l'on songe au double rôle que le spermatozoïde doit jouer dans la fécondation : 1° comme agent cinétique déterminant la division de l'œuf; 2° comme élément destiné à l'apport des plasmas ancestraux. N'est-il pas permis de supposer que ce double rôle peut, dans certains cas, par division du travail, être partagé entre des éléments spermatiques de constitution différente?

Cette rapide énumération des résultats d'ordres si divers présentés par M. **R. de Sinéty** nous paraît suffisante pour justifier la proposition que vous fait la Commission d'attribuer le prix Thore à ce jeune zoologiste.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Chatin, Perrier, Giard, Delage, Grandidier, de Lapparent.)

Le prix n'est pas décerné.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Roux, Chauveau, Brouardel; Bouchard, rapporteur.)

La Commission accorde les trois prix Montyon à MM. **J. Dejerine**, **G.-H. Roger** et **P. Ravaut**.

Sémiologie du système nerveux, par M. J. Dejerine.

La sémiologie du système nerveux que M. **Dejerine** présente, dans un fort Volume de 700 pages, est une œuvre essentiellement originale. Un pareil sujet aurait pu n'être qu'une compilation documentée; il a été traité par l'auteur avec le souci non seulement d'être complet, mais d'apporter partout la note personnelle qui fixe les idées au milieu des opinions parfois contradictoires. Cette préoccupation était justifiée par la complexité de certaines questions que l'auteur devait aborder en passant en revue les diverses manifestations de la pathologie du système nerveux.

Le plan de l'auteur est des plus simples : il étudie successivement les grands symptômes, expression de la perturbation des grandes fonctions des organes de la vie de relation. Tout d'abord les troubles de l'intelligence et du langage, dans lesquels la plus grande place est faite aux diverses formes d'aphasie, sujet des plus délicats et que l'auteur a rendu particulièrement clair grâce à un grand nombre d'observations résumées; les troubles de

l'écriture, que Dejerine rend solidaires de l'aphasie, sont l'objet d'une description spéciale.

Un long Chapitre est consacré aux troubles de la motilité, dont les manifestations diverses sont soigneusement analysées et extériorisées par de nombreuses photographies qui donnent une vie intense aux descriptions théoriques. C'est d'ailleurs la caractéristique de l'Ouvrage : toutes les fois que l'occasion s'en est présentée, l'auteur a joint à son exposé didactique une photographie, un schéma, un dessin tirés de ses collections personnelles (300 figures) et qui gravent dans l'esprit du lecteur les particularités des troubles pathologiques relatés, de sorte que ce Traité de séméiologie nerveuse théorique, qu'on aurait pu croire d'une monotonie et d'une aridité un peu rebutantes, devient, en quelque sorte, une œuvre de clinique animée.

Enfin la séméiologie des troubles de la sensibilité, les topographies nerveuses, radiculaires, médullaires, segmentaires, la séméiologie des troubles visuels sont étudiés, dans des Chapitres spéciaux, avec une clarté remarquable et une originalité de vues justifiée par les travaux personnels de l'auteur sur ce sujet, ou les recherches entreprises sous sa direction.

En somme, livre de vulgarisation remarquable par la clarté de l'exposition et œuvre scientifique en même temps, pleine d'aperçus nouveaux, intéressant également les psychologues, les neurologues, comme les médecins praticiens.

L'Ouvrage de M. **Roger** sur les maladies infectieuses ne constitue pas un Traité didactique de ces maladies infectieuses. C'est une étude de Pathologie générale dans laquelle l'auteur, tout en exposant avec les détails nécessaires les travaux faits par les autres, a essayé de mettre en évidence les résultats de ses recherches personnelles.

La première partie du Livre est consacrée à l'histoire et au mode d'action des causes pathogènes. Nous y signalerons des expériences sur les modifications et l'abolition des fonctions chromogènes des bactéries sous l'influence des agents physiques et chimiques, et surtout des recherches sur l'influence des hautes pressions : l'auteur a pu établir la résistance des microbes à des pressions atteignant 300^{kg} par centimètre carré. C'est surtout à mettre en évidence l'action exercée par les causes favorisant l'infection que M. Roger s'est attaché. Au moyen de dispositifs spéciaux, il étudie le rôle du surmenage, des émotions, de l'inhalation des gaz délétères. Puis il aborde l'histoire des infections combinées et des associations micro-

biennes : il démontre que deux microbes qui, pris isolément, sont inoffensifs pour un animal, peuvent provoquer une maladie mortelle quand on les inocule simultanément. Dans cette expérience, reprise et confirmée par un grand nombre de bactériologistes, un des deux microbes sert d'auxiliaire à l'autre, et il agit par les substances solubles qu'il sécrète. Poussant plus loin l'analyse, l'auteur établit qu'il s'agit d'un produit qu'on peut extraire au moyen de la glycérine et précipiter par l'alcool; il se différencie des ferments par sa résistance à la chaleur.

Passant à l'étude des moyens de protection de l'organisme, M. Roger a reconnu que différents organes sont capables d'arrêter et de détruire les microbes. Le poumon et surtout le foie jouent, sous ce rapport, un rôle capital. Des doses de culture charbonneuse vingt fois supérieures à celles qui sont mortelles, quand l'injection est poussée par une veine périphéphérique, restent sans effet quand on les introduit par un rameau de la veine porte, c'est-à-dire quand on leur fait traverser le réseau capillaire du foie. Cette action protectrice, dévolue à la glande hépatique, peut être rapprochée de l'action que le foie exerce sur les poisons. Mais il est à remarquer que les poisons bactériens ne sont pas, pour la plupart, modifiés par le foie. C'est sur l'élément vivant que la glande agit : son rôle peut être accru ou diminué dans une foule de circonstances mises en évidence par l'auteur.

Les Chapitres suivants, consacrés aux réactions de l'organisme, contiennent quelques faits nouveaux. C'est ainsi que M. Roger démontre expérimentalement que les fausses membranes et la diphtérie sont dues non au bacille vivant, comme on l'avait cru jusqu'alors, mais à ses toxines. Dans le Chapitre consacré à la suppuration, nous trouvons relatées les premières recherches expérimentales entreprises sur l'appendicite; dans le Chapitre consacré à la gangrène, on relève une étude sur la gangrène des paupières et la mannite gangreneuse, deux types cliniques qui sont nettement différenciés et semblent dus à des microbes découverts par l'auteur; dans l'histoire des septicémies, nous citerons une septicémie nouvelle consécutive au choléra. Enfin le Chapitre sur les infections modulaires renferme l'histoire d'une pseudo-tuberculose découverte avec M. Charrin, et de nombreuses expériences sur la tuberculose des oiseaux, expériences qui tendent à prouver que la tuberculose des gallinacés est identique à celle des mammifères. Cette conclusion, vivement attaquée à l'époque où elle fut émise, est généralement acceptée aujourd'hui.

La deuxième partie de l'Ouvrage comprend une étude systématique des

modifications que l'infection provoque dans les divers organes ou tissus. Avec l'aide de ses élèves, l'auteur étudie successivement la moelle osseuse, le thymus, la glande thyroïde, le poumon, le foie, le cœur. Il donne les résultats de ses recherches sur le fonctionnement de ces diverses parties, sur leur structure histologique et, ce qui n'avait pas encore été entrepris jusqu'alors, sur leur constitution chimique. Il a pu établir ainsi que, dans les infections où l'organisme est sidéré par les toxines microbiennes, l'eau des tissus diminue, tandis que la graisse augmente. Quand l'organisme réagit, le résultat est inverse. Les variations dans la teneur en eau permettent de juger très exactement de l'état fonctionnel de la partie qu'on étudie.

Nous signalerons encore, dans le même ordre d'idées, des recherches poursuivies au moyen de la méthode graphique sur le fonctionnement du cœur, sur la pression sanguine, sur la contractilité musculaire, enfin sur l'état de la moelle épinière. M. Roger est le premier qui ait réussi à provoquer, chez les animaux, des myélites d'origine infectieuse.

Le Livre se termine par des considérations sur l'immunité et sur la thérapeutique des infections. Dans cette dernière partie, nous trouvons des recherches, faites pour la plupart avec M. Charrin, sur les modifications du sang au cours ou à la suite des maladies infectieuses. Les expériences poursuivies sur ce sujet établissent que les microbes se développent mal dans le sérum des animaux vaccinés, que leurs formes sont altérées, leurs fonctions troublées; enfin, au lieu de nager librement dans le milieu de culture, les microbes se réunissent en petits amas : c'est le phénomène de l'agglutinement dont on trouve ici la première mention et dont l'étude devait conduire, plus tard, à d'importantes applications pratiques.

L'Ouvrage de M. **P. Ravaut** *Sur le Cytodiagnostic des épanchements de la plèvre* porte sur quelques caractères anatomiques bien étudiés de la plèvre enflammée sous l'influence de causes diverses et sur les caractères des éléments cellulaires en suspension dans le liquide épanché. Les faits signalés par l'auteur sont peu nombreux, mais ils sont nouveaux et ont une importance considérable pour la détermination toujours si délicate et si difficile de la nature des pleurésies. Ces faits peuvent être ainsi résumés :

Dans les pleurésies tuberculeuses primitives ou secondaires séro-fibrineuses ou purulentes, toujours la plèvre est recouverte d'une néomembrane.

Cette néomembrane manque dans les autres pleurésies.

Les pleurésies à néomembranes (tuberculeuses) ne renferment jamais de lambeaux d'endothélium en suspension dans leur liquide.

Dans les pleurésies non tuberculeuses, on trouve au contraire ces lambeaux d'endothélium.

Dans les pleurésies tuberculeuses, le liquide ne renferme que des leucocytes uninucléés.

Dans les autres pleurésies, les leucocytes polynucléaires prédominent.

Des mentions ont été accordées à MM. **Commenge**, **Comby** et **Guillemonat**.

Le livre de M. **Commenge**, *Sur la Prostitution clandestine*, est le résumé des observations faites par l'auteur pendant les longues années où ses fonctions sanitaires lui ont permis d'observer les effets pernicieux de la prostitution clandestine.

Dans une étude sur l'état de santé de plus de 12000 filles mineures de 12 à 20 ans qui se livraient à la prostitution, il a rencontré la syphilis dans près des deux tiers des cas.

Il signale la prostitution des domestiques, son extension extraordinaire et les dangers qui en résultent pour la famille et plus particulièrement pour les jeunes enfants.

Il termine par un examen comparatif de la syphilis dans les différentes armées et trouve dans les enseignements de la statistique des arguments en faveur de la réglementation et de la surveillance de la prostitution.

M. **Comby** a publié sur les maladies des enfants des Mémoires très nombreux et des Livres très importants, tous marqués au coin d'une observation fidèle et judicieuse, et d'une lecture très instructive. Il est impossible d'énumérer tous ces travaux. Ceux qui ont paru à votre Commission présenter un plus grand caractère d'originalité ont trait à la tuberculose des très jeunes enfants, à l'uricémie, à la lithiase rénale, au rein mobile, au scorbut, aux complications péritonéales de la vulvo-vaginite, au rachitisme.

M. **Guillemonat** a fait une série de recherches expérimentales fort intéressantes qui portent principalement sur les détériorations organiques que les maladies maternelles produisent sur l'enfant né au cours de ces maladies; sur son poids, sur sa taille, sur la rapidité de sa croissance, sur la composition de ses humeurs, sur la structure de ses tissus et même la

malformation de ses organes. Ces études, commencées chez les enfants de femmes malades, ont été poursuivies par l'expérimentation chez les animaux.

D'autres Mémoires ont trait à la physiologie pathologique de la grossesse.

Des citations sont accordées à MM. **E. Bodin**, **V. Griffon**, **E. Fournier**, **C. Guérin**, **Cassaët**.

Les conclusions du Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Guignard; Marey, rapporteur.)

Ce prix est partagé entre MM. **Grimbert** et **Le Dentu**.

Rapport sur les travaux de M. L. Grimbert.

M. **Léon Grimbert**, Agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, a publié, dans ces dix dernières années, une série d'excellents travaux relatifs à la Chimie biologique et à la Bactériologie.

Après avoir déterminé d'abord certaines propriétés encore mal définies des sucres les plus importants, il a été amené à rechercher les transformations que ces hydrates de carbone, ainsi que d'autres corps de même nature, subissent sous l'action fermentaire des microorganismes.

En étudiant la fermentation anaérobie produite par le bacille orthobutylique et ses variations sous certaines influences biologiques, il a montré, un des premiers, que la durée de la fermentation, la réaction du milieu, l'âge et l'éducation de la semence amènent des changements profonds dans le rapport et la nature des produits formés. Il en résulte qu'il est illusoire de vouloir représenter le phénomène par une formule unique et simple.

Une conclusion analogue se dégage de l'étude des produits de décomposition qui prennent naissance par l'action du pneumobacille de Friedländer sur les hydrates de carbone. Les nombreuses recherches de M. Grimbert sur ce microbe ont eu en outre pour résultat de montrer tout le parti que l'on peut tirer de la connaissance des fonctions biologiques d'une bactérie pour établir la notion d'espèce et de race. Il a montré, en effet, qu'il existe

diverses variétés du pneumobacille de Friedländer morphologiquement semblables, mais se différenciant par la nature des produits auxquels elles donnent naissance. Plus tard, en s'appuyant sur le même ordre de recherches, il est arrivé à identifier complètement le *Bacillus lactis aerogenes* avec le pneumobacille de Friedländer.

La fermentation du tartrate de chaux, déjà étudiée par Pasteur, a fourni à M. Grimbert l'occasion d'isoler une bactérie nouvelle, le *Bacillus tartricus*, point de départ d'une série d'observations sur la biologie de la cellule vivante. Il a découvert ainsi, parmi les produits des fermentations provoquées par cet organisme, un corps que l'on était loin de s'attendre à rencontrer à cette place, l'acétylméthylcarbinol, obtenu seulement jusqu'ici par synthèse au moyen des méthodes si délicates de la Chimie organique.

La décomposition des nitrates par les êtres vivants est un point de Physiologie générale que l'on ne peut analyser qu'en s'adressant à des cellules de même nature et pour ainsi dire isolées. Ces conditions se trouvent réalisées en pratique par l'emploi des bactéries. En faisant agir sur le nitrate de potasse, soit le bacille coli, soit le bacille d'Eberth, M. Grimbert a montré, le premier, qu'il fallait distinguer deux sortes de ferments dénitrifiants : les uns, ferments directs, attaquent directement les nitrates en mettant leur azote en liberté; les autres, ferments indirects, n'arrivent à ce résultat qu'en présence des matériaux amidés contenus dans les milieux de culture.

Parmi les autres travaux les plus intéressants du même auteur, nous remarquons en particulier les suivants : un Mémoire, devenu classique, sur la recherche du bacille typhique en présence du bacille coli; une étude critique sur la préparation du milieu d'Elsner; une série d'expériences sur l'abolition ou la persistance de certaines fonctions biologiques chez un coli-bacille soumis à des conditions dysgénétiques; une étude d'ensemble, très documentée, sur les sérums thérapeutiques; un travail très remarqué dans lequel M. Grimbert a jeté les bases d'une entente entre les bactériologistes pour unifier les méthodes de culture et a tracé du même coup le plan d'une marche méthodique pour l'étude des fonctions biochimiques des bactéries, marche qui commence à être suivie dans les laboratoires en France et à l'étranger.

En résumé, par leur originalité et leur précision, comme par leurs importantes applications en Chimie biologique, en Bactériologie et en Hygiène, l'ensemble des travaux de M. Grimbert présente un haut intérêt.

Le cancer du sein, étude clinique statistique, par M. Le Dentu.
Rapport de M. **Guyon**.

Ce travail est basé sur l'analyse de 53 observations de cancer du sein opéré par ce chirurgien. Sur l'ensemble de ces 53 cas, la survie moyenne est de 4 ans 4 mois et 15 jours; il y a 26 cas de survie au delà de 3 ans représentées par le rapport 49,05 pour 100, presque 50 pour 100.

36 opérées sont mortes, elles donnent une moyenne de survie de 3 ans 6 mois et 15 jours; sur les 17 opérées vivantes, 10 ont dépassé 3 ans de survie; les chiffres oscillent de 4 à 13 ans, dans 3 cas le chiffre de 10 ans a été dépassé; sur les 17 opérées, 3 seulement ont eu des récidives.

M. Le Dentu compare sa statistique à celles des chirurgiens qui ont préconisé et pratiqué les ablations les plus larges, et discute la question des conditions qui donnent à l'intervention les chances les plus grandes de succès.

De l'analyse des faits il résulte que les grandes interventions tardives, si loin qu'elles soient conduites, demeurent sans bon résultat, quand elles ne sont pas nuisibles; la démonstration de l'action préservatrice de l'intervention précoce est, par contre, établie.

Il est permis d'espérer qu'en opérant aussitôt qu'il a été possible de poser le diagnostic, les succès deviendront plus nombreux encore, et que les survies prolongées pourront augmenter de nombre, si l'ablation est largement faite. Cependant M. Le Dentu doute de la nécessité de très grands sacrifices dans les cas simples, et ne croit pas que, dans les cas compliqués, la lutte à outrance offre des chances réelles de succès.

Pareille étude provenant d'un chirurgien d'une expérience aussi étendue, d'un opérateur très confiant dans les interventions hardies, a un grand intérêt. A l'heure actuelle, nous ignorons la nature du cancer et nous n'avons d'autre ressource sérieuse que son enlèvement. Le cancer du sein est de ceux sur lesquels nous sommes le plus souvent appelés à agir et pour lequel nous pouvons faire un diagnostic précoce et des ablations étendues. L'étude très documentée de M. **Le Dentu** aidera à déterminer la voie qui peut conduire aux guérisons durables.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Marey; Bouchard, rapporteur.)

M. le Dr **Ed. Imbeaux**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, directeur du Service municipal de Nancy, envoie deux Volumes sur l'alimentation en eau et l'assainissement des villes.

Les connaissances techniques de M. Imbeaux lui ont permis d'étudier les problèmes que soulèvent les adductions d'eaux potables, avec une compétence spéciale. Il a, avec une patience et une clarté parfaites, exposé les procédés d'adduction, de filtration des eaux; ceux d'épuration des eaux usées.

C'est un Ouvrage très remarquable, indispensable à tous ceux qui s'occupent de ces diverses questions.

Le prix Bréant (arrérages) est décerné à M. le Dr **Ed. Imbeaux**.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Laveran, Marey; Giard, rapporteur.)

M. **G. Loisel** a présenté à l'Académie plusieurs Notes et Mémoires relatifs à l'histogenèse et à la physiologie des éléments sexuels mâles chez les Oiseaux.

De l'ensemble de ces recherches, poursuivies pendant quatre ans avec une remarquable ténacité, l'auteur a dégagé beaucoup de résultats intéressants. Il a, en outre, formulé des conclusions générales dont la discussion ne pourra qu'être utile pour élucider les questions encore si obscures de la physiologie des produits génitaux.

D'après M. Loisel, les éléments primordiaux du testicule peuvent être assimilés à des cellules glandulaires non seulement au point de vue de leur aspect général et de leur mode de formation, mais aussi en raison du rôle qui leur est dévolu et qui consiste en une élaboration graisseuse particulière destinée à activer le métabolisme des plastides génitales.

En outre, la poussée rythmique qui se manifeste chaque printemps dans

la glande mâle des Oiseaux présente deux périodes et deux ordres de phénomènes dont M. Loisel a montré l'importance.

A côté des processus morphologiques très complexes qui accompagnent la formation du spermatozoïde, dernier terme de l'évolution de la lignée cellulaire mâle, on observe des phénomènes chimiques sur lesquels on n'avait jusqu'à présent que des données fort insuffisantes et qui préparent la cellule spermatique à l'acte fondamental de la fécondation. Peu à peu, privé d'eau par l'action qu'exercent sur lui les sécrétions de certains éléments testiculaires (cellules interstitielles et cellules de Sertoli), le spermatozoïde devient apte à aller chercher l'œuf et à pénétrer dans le cytoplasme ovulaire. Puis, retrouvant dans l'élément femelle le suc nucléaire et le protoplasme qu'il avait perdus en se formant, il entrera en cinèse et pourra terminer le cycle évolutif interrompu par sa déshydratation momentanée.

D'autre part, en se continuant chez l'adulte, la sécrétion embryonnaire et fœtale du testicule, localisée désormais dans les cellules de Sertoli, qui ne sont que des cellules germinatives hypertrophiées, peut être homologuée aux sécrétions folliculaires ou vitellogènes de la glande génitale femelle.

Cette sécrétion, en effet, exerce une action trophique sur l'élément mâle. Mais cette action nourricière est accompagnée de faits très curieux de chimiotaxie positive : les spermatozoïdes, d'abord orientés de toutes façons dans les culs-de-sac glandulaires, se réunissent en faisceaux bien coordonnés au sommet de chaque cellule de Sertoli.

Outre ces points essentiels, les travaux de M. Loisel renferment beaucoup de faits nouveaux sur la spermatogenèse des Oiseaux; ils tendent à établir notamment que la tête du spermatozoïde pourrait être considérée comme un noyau en cinèse arrêté au stade *synapsis*.

Sans entrer dans le détail de ces phénomènes, l'Académie approuvera, pensons-nous, l'opinion de la Commission du prix Godard, qui propose d'attribuer ce prix à M. **G. Loisel.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Laveran, Marey, Guyon, Lannelongue; Brouardel, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. le Dr **Pierre Lereboullet**, pour son Livre sur « les cirrhoses du foie ».

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Guyon, Laveran; Lannelongue, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Mège (arrérages) à M. le Dr **A. Clerc**, pour son étude nouvelle sur quelques ferments solubles du sérum sanguin.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Bouchard, Perrier, Ranvier, d'Arsonval; Marey, rapporteur.)

Le prix est partagé entre :

1° Mlle **Pompilian**, docteur en médecine.

Les travaux les plus méritants en Physiologie sont ceux qui synthétisent les faits épars et les expliquent par une théorie simple, théorie qui, à son tour, permet des prévisions que l'expérience confirme.

A ce titre, le travail de Mlle Pompilian se recommande d'une façon particulière. L'auteur explique, de la façon la plus simple, des faits en apparence inconciliables : Pourquoi une petite partie de substance nerveuse séparée du reste de l'organe central produit-elle dans les muscles qui en dépendent des mouvements spontanés régulièrement intermittents? Pourquoi des excitations de force égale tantôt provoquent des mouvements et tantôt restent sans effet? Pourquoi des excitations faibles successives s'ajoutent-elles parfois pour provoquer une contraction, tandis que, d'autres fois, elles produisent l'arrêt d'une contraction qui existe? (C'est ce que Brown-Séquard appelait l'*inhibition*.)

Tous ces faits qui semblent contradictoires s'expliquent fort simplement par une théorie où l'on n'admet, pour ainsi dire, rien qui ne soit démontrable directement. Elle apparaît clairement et s'impose à l'esprit dès que l'on considère, non plus seulement l'acte musculaire spontané ou provoqué dans les muscles, mais l'état des cellules nerveuses qui commandent à ce mouvement; cellules qui sont le siège de deux influences contraires : la production d'influx nerveux à potentiel croissant et la décharge spontanée ou provoquée des cellules.

Suivant la façon dont se combinent ces deux influences de sens contraire, se produisent tous les phénomènes observés par les expérimentateurs.

Des Tableaux graphiques montrent clairement la façon dont l'auteur conçoit le jeu varié de la production et de la dépense d'agent nerveux. Les courbes de ces phénomènes physiologiques concordent de tous points avec celles qu'on obtient dans certaines expériences de Physique sur la chaleur, l'électricité, la force mécanique.

Cette importante étude témoigne d'un esprit pénétrant et d'une grande puissance de travail; votre Commission propose d'accorder à Mlle **Pompilian** une part du prix Lallemand.

2° M. **Hauser**.

Le travail de M. Hauser, Études sur la Syringomyélie, comprend trois parties :

Les deux premières, consacrées à l'étude des troubles de la sensibilité dans la Syringomyélie, fournissent à l'auteur de discuter quelques-uns des plus importants problèmes de Physiologie et de Pathologie médullaire. C'est ainsi que, étudiant la conduction de la sensibilité, il critique l'opinion de Schiff et repousse également l'existence d'un faisceau sensitif croisé, admise d'une façon presque générale. Il faut, selon lui, en revenir aux idées de Vulpian qu'il développe et appuie à l'aide d'une série d'arguments nouveaux.

Dans son étude de la répartition topographique de l'anesthésie, étude basée sur l'examen de nombreux malades, M. Hauser adopte l'opinion de Max Laehr et de Dejerine, en faveur de laquelle il apporte de nouvelles observations. Il combat la théorie des centres sensitifs de Head et de Brissaud, dans une discussion serrée et convaincante, et montre que les notions anatomiques reçues suffisent à donner la clef de la distribution radiculaire de l'anesthésie.

La dernière partie, consacrée à l'étude microscopique, essaie de dégager

les caractères fondamentaux de la lésion et d'en préciser les rapports avec les autres cavités médullaires. C'est là encore une partie très originale de son travail et qui repose sur plusieurs autopsies.

La Commission demande qu'il soit accordé à M. **Hauser** une part du prix Lallemand.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Marey; Laveran, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Larrey à M. le D[r] **Triaire**, ancien médecin de l'armée, pour son Ouvrage intitulé : « Dominique Larrey et les campagnes de la Révolution et de l'Empire ».

Pour la rédaction de cet Ouvrage l'auteur a eu à sa disposition un grand nombre de documents inédits, ce qui lui a permis de donner une biographie très complète et très précise de l'illustre chirurgien du premier Empire. La tâche n'était pas aisée car D. Larrey a pris part à toutes les guerres de la Révolution et de l'Empire et son biographe a dù le suivre sur tous les champs de bataille, en Égypte, en Allemagne, en Espagne, en Russie. Ajoutons que chez D. Larrey le chirurgien militaire ne faisait pas tort à l'homme de science et que son œuvre scientifique est considérable.

M. Triaire a retracé avec beaucoup de bonheur les nombreuses péripéties de la carrière de D. Larrey et il a réussi a faire revivre pour ses lecteurs cette grande et noble figure.

En donnant le prix Larrey à M. **Triaire**, votre Commission à été heureuse de récompenser à la fois un auteur de grand mérite et une œuvre consacrée à la glorification du père de notre regretté Confrère, le fondateur de ce prix.

Une mention très honorable est accordée à M. le D[r] **Romary**, pour son travail intitulé : « Une colonne au Sahara ».

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Delage, Bouvier; Marey, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Bouchard; Perrier, rapporteur.)

Le prix Philipeaux est décerné à M. **Pierre Bonnier**, pour ses deux Ouvrages : l'*Orientation* et le *Sens de l'altitude*.

Dans le premier, l'auteur distingue l'orientation de la localisation et les rapports que ces deux notions affectent entre elles; l'orientation définit non le lieu de chaque chose dans l'espace, mais la *direction* dans laquelle se présente ce lieu par rapport à nous. M. Bonnier passe ensuite à la définition de la notion d'espace. Le but de toute cette étude est de montrer que nous ne connaissons pas le *quelque chose* sans le *quelque part*, et que la faculté d'orientation est la propriété fondamentale de toute notre sensorialité et de notre intellectualité. Sous la dénomination d'*orientation subjective* sont étudiés le sens des attitudes et celui des altitudes. Le *sens des attitudes* définit le lieu de chaque partie de nous-mêmes et nous permet, sous la forme segmentaire, de savoir à tout instant localiser une partie de nous-même par rapport à toutes les autres. Cette faculté est une aptitude primordiale de la tactilité qui localise en même temps qu'elle analyse. Le sens des attitudes segmentaires ne doit pas être confondu avec le sens dit *musculaire*.

Le sens de l'attitude totale est étudié dans un examen comparatif du fonctionnement des organes *marginaux* des Méduses, de l'organe *central* des Turbellariés et des Cténophores, des appareils *otocystiques* en général, des organes *latéraux* des Amphibiens et des Poissons, et des divers appareils *labyrinthiques* des Céphalopodes et des Vertébrés.

M. Bonnier examine ensuite les rapports de l'orientation subjective avec la motricité (coordination, appropriation et destination motrices) et la sensibilité (orientation tactile, visuelle, auditive; notions stéréognostiques). Il cherche à expliquer l'orientation lointaine des animaux migrateurs et autres.

Il montre enfin comment de toutes ces conditions se dégagent les notions d'espace, de forme, d'étendue, de dimension, de distance, de mouvement, de force, de temps, d'objectivité et de subjectivité, de personnalité, d'identité, de concret et d'abstrait.

Cet Ouvrage résume en outre un certain nombre de vues indiquées dans des Livres antérieurs sur le *Vertige*, l'*Oreille*, le *Tube labyrinthique*, etc.

Dans le *Sens de l'attitude*, M. Bonnier recherche la valeur statographique de l'oreille, au cours d'une ascension.

L'oreille est, dans son dispositif comme dans son fonctionnement, absolument comparable aux baromètres enregistreurs et fonctionne comme le statoscope. Elle est d'une grande sensibilité que l'auteur a mesurée à différentes altitudes jusqu'à 4400^m.

L'aptitude statographique de l'oreille, peu exploitée par l'homme et les animaux qui se déplacent dans le sens horizontal, doit être très développée chez les animaux qui, par leurs déplacements dans le sens vertical, ont à subir de fortes variations de pression, comme les Poissons, les Oiseaux, et surtout les Amphibies, qui ont à s'équilibrer instantanément avec de grandes variations de pression, en passant d'un milieu liquide à un milieu aérien et inversement.

L'ensemble du travail de M. **Bonnier** coordonne et éclaire les notions que nous possédons sur une des questions les plus obscures de la Physiologie; il a semblé à votre Commission qu'un tel résultat méritait l'attribution du prix Philipeaux à ce travail.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Giard, Delage, Ranvier, Chatin; Perrier, rapporteur.)

La Commission du prix Serres a décerné la totalité de ce prix à M. **Paul Marchal** pour ses Recherches sur le développement des Hyménoptères

parasites, auxquelles il a joint, pour le concours, un Mémoire sur les Cécidomyies des céréales et leurs parasites. Quelque intéressant que soit ce dernier travail, nous le laissons de côté dans cette analyse, les découvertes de M. Marchal sur le développement des Hyménoptères parasites suffisant à elles seules pour justifier la haute récompense que la Commission propose de lui attribuer dans son intégralité, malgré la valeur des travaux importants présentés par ses concurrents. Le nombre des parasites étudiés n'est pas à la vérité très considérable, mais chaque forme a donné lieu à des constatations d'un intérêt général considérable, faites dans des conditions particulièrement difficiles en raison de l'extrême petitesse des parasites, qui comptent parmi les plus minuscules insectes, et de celle de leurs hôtes; les Hyménoptères qui ont fait l'objet des études de M. Marchal appartiennent aux familles des Proctotrupides (*Synopeas*, *Trichacis*. *Polygnotus*) et des Chalcidiens (*Encyrtus*). Les premiers déposent leurs œufs dans les œufs ou les jeunes larves des Cécidomyies, petites mouches parasites des végétaux et dont les larves vivent dans des galles; les secondes pondent dans les œufs de petits papillons du genre *Hyponomeuta* dont les chenilles mangent, suivant leurs espèces, les feuilles des pommiers, des pruniers, des fusains et autres plantes.

Le *Synopeas rhanis* pond dans les très jeunes larves de la *Cecidomyia* (*Perrisia*) *ulmariæ*, avant que ces larves ne soient encore entourées de leurs galles qui se développent sur les feuilles de la Reine-des-prés (*Spiræa ulmaria*). L'œuf, au moment de la ponte, est entouré d'un follicule qui ne tarde pas à disparaître; il contient comme d'habitude une vésicule germinative qui se divise bientôt en deux noyaux. Ces deux noyaux s'éloignent l'un de l'autre, puis se divisent à leur tour chacun en deux autres. Les quatre noyaux ainsi formés auront un sort bien différent. On ne tarde pas à distinguer autour de l'un d'eux une sphère protoplasmique claire, isolée dans une sorte d'alvéole creusée dans le corps vitellin de l'œuf, tandis que les trois autres noyaux demeurent plongés dans la masse granuleuse commune. Le premier noyau servira seul à former l'embryon, qui demeurera lui-même enfermé dans l'alvéole agrandie qui contenait le noyau; les autres noyaux se multiplieront au point d'atteindre le nombre d'une quinzaine demeurant dans la couche de protoplasme ovulaire qui entoure l'alvéole et qui persiste jusqu'à ce que la larve soit complètement formée. A ce moment les noyaux contenus dans cette couche se sont agrandis en longues plaques et distribués à peu près également autour de l'embryon. Plus tard cette enveloppe protoplasmique

de l'embryon se dissocie en masses séparées, contenant les noyaux, eux-mêmes en pleine dégénérescence; ces masses tombent avec la larve d'Hyménoptère dans la cavité générale de la larve de Cécidomyie, au moment où se rompent les enveloppes de la larve parasite.

Que signifient ces noyaux qui n'évoluent pas? Au point de vue physiologique, il est évident qu'ils président aux transformations grâce auxquelles le protoplasme vitellin est graduellement absorbé par la larve et qu'ils s'usent à ce travail. C'est là une intéressante contribution apportée à ce que nous savions déjà du rôle des noyaux. Au point de vue morphologique, il semble, au premier abord, que leur homologation soit facile.

On sait que les embryons des Insectes ne se constituent qu'aux dépens d'une petite région du blastoderme, qui s'invagine, par des procédés variés, à l'intérieur de cette membrane. La calotte blastodermique opposée à l'embryon demeure en contact avec le vitellus, qu'elle contribue sans doute à digérer; la calotte péri-embryonnaire et la partie invaginée du blastoderme contribuent à former à l'embryon une double enveloppe qui finit par mettre tout le blastoderme à contribution et qu'on nomme l'*amnios*. M. Marchal assimile l'enveloppe protoplasmique des embryons de *Synopeas* à cet *amnios*. Elle en remplit, en effet, les fonctions et il est bien possible qu'elle en dérive généalogiquement; mais ce serait alors un amnios profondément modifié et dont le mode de formation mérite toute l'attention. Cet amnios ne s'achève pas; il n'enveloppe pas le vitellus, c'est le vitellus lui-même, abstraction faite de la partie qui entoure le noyau unique, véritable œuf de seconde formation d'où procédera l'embryon du *Synopeas;* l'embryon, au lieu de se caractériser tardivement à la surface du blastoderme, s'en sépare d'emblée; et de même que dans certains animaux [Cladocères, Rotifères, divers Vertébrés, les Raies notamment (¹), etc.], les cellules germinatives s'isolent dès les premiers stades de segmentation, ce qui a donné lieu à la fameuse théorie de la continuité du plasma germinatif, les éléments blastodermiques s'isolent ici dès la seconde, peut-être dès la première segmentation. Il y a là une accélération des plus intenses des phénomènes de l'embryogénie, un effet des plus remarquables de cette faculté accélératrice de l'hérédité, qui a joué un si grand rôle non seulement dans les modifications des processus embryogéniques, mais aussi dans les transformations des organismes et à laquelle le nom de *tachygenèse*

(¹) Beard, *The germ cells in* Raja batis (*Anatomischen Anzeiger,* Bd. XVIII, 1900). — Id., *The germ cells of Pristiurus* (*Ibid.,* Bd. XXI, 1902).

ou *accélération embryogénique* a été donné [1]. N'est-il pas possible d'aller plus loin dans l'interprétation des noyaux qui caractérisent cet amnios si éminemment tachygénétique? N'y aurait-il pas lieu de rechercher si leur formation est, comme d'habitude, précédée de celle des globules polaires; si dans ces œufs minuscules, plongés dès la ponte dans un milieu nutritif et qui n'ont pas eu, en conséquence, à accumuler d'importantes réserves, le premier noyau « amniotique » ne correspondrait pas à un globule polaire dont le noyau n'ayant subi qu'une faible usure serait demeuré apte à se diviser dans le vitellus périphérique de l'œuf et à présider aux changements dont il est le siège? Ce serait là encore un simple fait de tachygenèse, mais qui serait une intéressante confirmation, *a posteriori*, de l'origine que l'on tend à attribuer aujourd'hui aux globules polaires.

Il est probable que chez les *Trichacis remulus*, parasites des larves de la Cécidomyie destructrice et de celle des Céréales, les choses se passent comme chez le *Synopeas rhanis*, quoique M. Marchal n'ait pu observer ici l'origine des noyaux amniotiques, car il n'y avait encore que deux de ces noyaux dans les plus jeunes œufs qu'il ait eus à sa disposition et où l'embryon avait déjà la forme d'une *morula*.

L'Hyménoptère choisit ici, pour déposer sa ponte, non plus un point quelconque de la jeune larve de Cécidomyie, mais l'ébauche de la chaîne nerveuse de cette larve soit avant, soit immédiatement après son éclosion; l'œuf et l'embryon des parasites sont ensuite refoulés latéralement jusque sous la gaine conjonctive de la chaîne nerveuse ou longitudinalement jusqu'à l'extrémité postérieure de la chaîne. Dans tous les cas l'embryon de l'Hyménoptère distend cette gaine, qui constitue autour de lui une sorte de kyste suspendu à la chaîne nerveuse et remarquable par les cellules colossales dont il est entouré. Ces cellules ne sont manifestement que des cellules conjonctives de la Cécidomyie, modifiées par quelque sécrétion de son parasite, mais qui peuvent de ce chef avoir acquis quelques propriétés profitables à ce dernier. C'est un exemple de ces *adaptations réciproques des organismes* dont l'auteur de ce Rapport signalait l'importance et tirait parti en 1881 [2] pour expliquer toute une série de faits importants en Morphologie, et dont M. Giard a fait une si

---

[1] E. PERRIER, *Les colonies animales*, 1881; *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1898; *Comptes rendus du Congrès zoologique international de Berlin*, 1902.

[2] E. PERRIER, *Les colonies animales et la formation des organismes*, p. 710.

brillante application dans ses études sur la *castration parasitaire*. M. Marchal compare à une *galle* ce kyste à cellules géantes. De tels rapprochements entre les productions animales et les productions végétales séduisent par ce qu'ils ont d'inattendu et parce qu'ils semblent ajouter une unité à ces *phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux* dont Claude Bernard fit autrefois le sujet d'un cours du Muséum demeuré célèbre. Mais on ne saurait trop se méfier de ces assimilations de mots, si souvent trompeuses quand il s'agit d'êtres aussi éloignés qu'une Mouche et une Rosacée et, en tous cas, stériles. Comparer un kyste entouré de cellules géantes à une galle n'ajoute rien à ce que nous savons de ce kyste.

Le *Polygnotus minutus* est aussi un Proctotrupide parasite de la Cécidomyie destructrice et de la Cécidomyie de l'Avoine. Les embryons sont toujours contenus dans l'estomac de la jeune larve; l'œuf y est introduit tout près du moment de l'éclosion, mais on ignore si c'est avant ou après. Dans les œufs des *Polygnotus* le noyau se divise comme dans les œufs dont nous venons de parler, et leur division répétée conduit à la formation d'une vingtaine de noyaux qui se rassemblent en une masse muriforme dont tous les éléments sont encore strictement semblables entre eux. C'est seulement à ce moment que les noyaux qui occupent la périphérie de cette masse grandissent plus que les autres et se caractérisent comme des noyaux amniotiques dont le nombre ne dépasse pas 12 ou 15; ces derniers grandissent rapidement et finissent par devenir cinq fois plus gros que les noyaux embryonnaires qui occupent la partie centrale de la masse et dont la multiplication est, au contraire, rapide. La différenciation de l'amnios est donc ici plus tardive que dans les genres précédents, la tachygenèse a agi moins énergiquement sur le développement de cette enveloppe; elle prend sa revanche en ce qui concerne les embryons, et de la façon la plus remarquable; la masse embryonnaire ne s'organise pas, comme c'est la règle chez presque tous les animaux, en un embryon unique; elle se divise en quatre ou cinq sphères creuses, véritables *blastula* circonscrites par un seul rang de cellules. Ces sphères grandissent par la multiplication de leurs cellules, se divisent à nouveau, et il se forme finalement 10 à 12 blastules qui deviennent chacune un embryon complet.

Chaque œuf d'un *Polygnotus* donne ainsi naissance à une douzaine d'embryons. Il y a là une combinaison de faits unique jusqu'ici dans le règne animal. Un assez grand nombre d'animaux bourgeonnent dans l'œuf, de sorte que celui-ci donne naissance également et d'un seul coup à

plusieurs individus (*Lophopus, Cristatella, Pyrosoma*, etc.); mais il n'en a, en réalité, produit qu'un seul qui a bourgeonné à son tour d'une façon très précoce, si précoce même que, dans certains cas, il paraît à un examen superficiel s'être dédoublé (*Diplosoma*). Il y a très loin de ces organismes bourgeonnants aux *Polygnotus*. Le cas des embryons de certains Lombrics qui se divisent chacun dans l'œuf en deux ou plusieurs embryons s'en rapproche davantage, mais c'est ici un embryon déjà avancé qui se divise. Expérimentalement, on est arrivé plus près du cas des *Polygnotus* lorsqu'en dissociant les blastomères d'un œuf en voie de segmentation on a obtenu de chacun d'eux un embryon. C'est bien cette faculté des blastomères d'évoluer séparément, chacun pour son compte, et de former un embryon parfait qui est ici mise en jeu, mais elle est mise en jeu spontanément, favorisée sans doute par les facilités de nutrition que le parasitisme accumule autour des blastomères isolés. La formation des Cercaires ou des Rédies des Distomes présente des phénomènes analogues de dissociation, mais les éléments initiaux ne sont pas ici des œufs proprement dits, quoiqu'ils proviennent peut-être directement, comme les *cellules-germes* de beaucoup d'animaux, de l'une des premières segmentations de l'œuf fécondé et qu'ils puissent être, dans ce cas, considérés comme des blastomères; en tous cas, ces éléments se développent non pas dans une simple enveloppe *amniotique*, mais dans un organisme complexe qui peut passer pour leur progéniteur, et ils demeurent à l'intérieur de celui-ci. Le développement polyembryonnaire, s'il n'est pas un phénomène tout à fait à part et qu'on ne puisse grouper en série avec d'autres, est donc bien un phénomène embryogénique nouveau et propre à nous édifier sur l'équivalence des éléments issus des premières segmentations de l'œuf.

Toute la série des phénomènes que nous venons de résumer s'exagère, en quelque sorte, dans le développement de l'*Encyrtus fuscicollis*, le premier justement que M. Marchal ait étudié et qui a causé une si vive surprise, lorsqu'il fut exposé devant l'Académie, bien que M. Marchal n'eût pas encore réussi à en saisir, dans tous ses détails, l'exacte signification. L'*Encyrtus fuscicollis* pond dans l'œuf même des papillons du genre *Hyponomeuta* (*Hyponomeuta cagnadella, H. mahalebella, H. padella, H. malinella*). On le retrouve, plus tard, dans la cavité générale de la Chenille, soit tout contre le tube digestif, soit dans le tissu adipeux. Il grandit énormément et prend l'aspect d'un cylindre, toujours enveloppé d'une membrane épithéliale, ayant tout l'aspect d'un épithélium pavimenteux. Cet étui membraneux, tubulaire, avait d'abord été pris par M. Brugnion, qui l'a décou-

vert, puis par M. Marchal lui-même, pour l'amnios de l'embryon parasite. Mais M. Marchal a plus tard reconnu que c'était là une membrane adventive fournie par la Chenille parasitée, exactement comme le kyste des *Synopeas*, nouvel exemple de l'*adaptation réciproque* du parasite et de son hôte ([1]).

Pendant que l'œuf prend ainsi un développement énorme, il se produit, dans son vitellus, des phénomènes tout à fait extraordinaires. Très vraisemblablement, la vésicule vitelline se divise d'abord par bipartition en deux noyaux; mais M. Marchal n'a pu saisir cette phase de division. Les plus jeunes œufs qu'il ait examinés contenaient déjà cinq ou six noyaux; mais l'un de ces noyaux, et un seul, présentait un aspect tout différent des autres; il était beaucoup plus gros, lobé, d'apparence amiboïde. C'était manifestement un noyau amniotique; ici ce noyau demeure unique pendant la plus grande partie de la durée de l'évolution, prend des proportions gigantesques, envoie des ramifications dans toutes les parties de l'œuf lui-même très agrandi, et ne se désagrège que tardivement en fragments qui n'ont plus qu'une courte période d'activité. La tachygenèse a donc déterminé chez l'*Encyrtus* une différenciation des plus précoces d'un élément d'où devrait dériver l'amnios, mais l'amnios lui-même ne se forme pas; mais par tachygenèse la phase du développement qui lui correspond et qui précède la formation de l'embryon est presque entièrement sautée. Il y a là quelque chose d'analogue à ce qu'on observe dans le développe-

---

([1]) Sous la dénomination de *castration parasitaire*, on comprend souvent implicitement deux catégories de phénomèmes qu'il importe de distinguer bien nettement : 1° la suppression des organes génitaux par le développement du parasite, qui peut se substituer à eux complètement, et les conséquences que cette suppression entraîne avec elle et qu'elle entraînerait alors même qu'elle serait chirurgicale; 2° les conséquences qu'entraîne la présence d'un parasite provoquant, dans les tissus de son hôte, des excitations nouvelles, déversant dans son organisme des excrétions spéciales ou détournant à son profit une part de ses aliments. Ceci n'est plus de la castration parasitaire; c'est de l'adaptation réciproque pouvant coïncider ou non avec cette castration. L'importance de cette distinction apparaîtra nettement dans le fait suivant : chez un grand nombre de Polypes, la présence de certains parasites, qui rendent les Polypes stériles, et le développement des organes génitaux produisent les mêmes phénomènes d'avortement des tentacules. Cet avortement, dans la phraséologie courante, devrait être considéré, dans le premier cas, comme un phénomène de castration parasitaire; mais alors il faudrait dire, dans le second, que l'animal est châtré par le développement de ses propres organes génitaux, ce qui est absurde. En fait, l'avortement des tentacules est un phénomène, non de castration parasitaire, mais d'*adaptation réciproque*.

ment des Trématodes et des Cestoïdes; la larve ciliée dans laquelle se développe, par exemple, la rédie de *Monostomum mutabile* fait place, chez les Bothriocéphales, à une simple enveloppe ciliée, l'embryophore, réduite à quelques cellules qui s'isolent de l'embryon dans l'œuf même chez les Ténias. Ce qui se passe chez les Vers plats laisse même planer quelque doute sur la signification de l'enveloppe au sein de laquelle se développent les œufs de nos Hyménoptères. Cette enveloppe correspond-elle vraiment à un *amnios?* N'est-elle pas, comme le sporocyste des Trématodes, l'équivalent d'un embryon dans lequel se seraient multipliées des cellules germinatives? Il faudrait, pour le décider, connaître un plus grand nombre de cas convenablement placés dans la série généalogique.

L'accroissement de l'œuf et du noyau amniotique est accompagné d'une multiplication des noyaux embryogènes qui fournit en se multipliant de petites morules susceptibles elles-mêmes de se diviser, au point de s'élever au-dessus de la centaine. Chacune de ces morules devient un embryon distinct. Ce n'est plus une quinzaine d'*Encyrtus,* c'est plus de cent qui sont produits par un même œuf.

Un tel résultat n'échappe pas, sans doute, aux lois générales de la reproduction, et nous avons essayé de montrer dans ce Rapport comment il avait été graduellement réalisé; mais il dépasse les prévisions les plus hardies. Il a fallu à M. Marchal, pour le mettre hors de doute, la plus grande patience, comme la plus grande sagacité. Nous ne doutons pas qu'il ne fasse tous ses efforts pour découvrir tous les anneaux d'une chaîne dont les plus brillants sont, sans doute, entre ses mains, et la haute récompense que l'Académie lui décerne sera considérée par lui comme un encouragement à achever, par la coordination méthodique d'un grand nombre de faits formant série avec ceux qu'il a découverts, une œuvre qui est déjà fort belle.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Marey, Perrier, Giard, d'Arsonval;
A. Chauveau, rapporteur.)

La question mise au concours était l'*Etude comparative du mécanisme de la respiration chez les Mammifères.*

Cette question présentait plusieurs aspects. Par exemple, on pouvait

comparer entre elles les diverses familles de Mammifères, en recherchant les différences qu'elles présentent au point de vue des phénomènes mécaniques de la respiration. Cette recherche était tout au plus propre à apporter quelque précision dans des détails déjà connus.

On pouvait, d'autre part, comparer le mécanisme respiratoire avec lui-même, chez un même sujet, dans des conditions différentes capables de faire varier ce mécanisme. C'est ce qu'a fait M. **J. Tissot**, et il a su en tirer profit.

Bien nombreuses sont les modifications qu'on peut imprimer aux conditions de l'acte respiratoire et dont l'étude présente un haut intérêt. M. J. Tissot s'est borné à étudier celles qui tiennent à la valeur de la pression de l'air dans lequel cet acte s'accomplit. Il a voulu voir comment l'organisme s'adapte à ces conditions, en instituant deux séries d'expériences, savoir :

A. Des expériences dans lesquelles le sujet, *au repos*, respire : 1° dans l'air à la pression ordinaire; 2° dans l'air raréfié des hautes altitudes atteintes par ascension en ballon; 3° dans l'air raréfié d'une enceinte fermée où une pompe aspirante fait de la décompression.

B. Des expériences absolument symétriques aux précédentes, mais portant sur le sujet *soumis à un travail musculaire d'une certaine activité*.

Les expériences de M. J. Tissot ont été exécutées avec un soin tout particulier soit sur lui-même, soit sur des aides ou assistants. Il serait oiseux de rappeler toutes les garanties de succès dont il a dû s'entourer. Bornons-nous à indiquer très brièvement les résultats obtenus, tant dans les expériences en ballon jusqu'à l'altitude de 4300^{m} que dans les expériences en enceinte fermée, où la dépression atteinte correspondait à l'altitude de 3500^{m}.

A. *Chez le sujet au repos.*

1° Le débit respiratoire, c'est-à-dire le volume d'air expiré, mesuré à la température et à la pression actuelles, paraît subir une légère diminution au début de l'ascension ou de la décompression. Puis la valeur de ce débit se maintient presque sans changement jusqu'au bout.

2° Mais, si l'on calcule ce débit en ramenant le volume de l'air à ce qu'il serait à la température 0° et à la pression 760^{mm}, on constate qu'il diminue à peu près comme la pression barométrique elle-même.

3° Néanmoins, la valeur absolue des échanges respiratoires ne varie pas. Elle ne subit que les légères oscillations que l'on rencontre d'ordinaire dans les expériences sur la respiration.

4° Cette fixité des échanges résulte d'une augmentation des altérations subies par l'air dans le poumon. Les courbes de O^2 absorbé et de CO^2 exhalé suivent, en effet, une marche inverse à celle du débit respiratoire réel.

B. *Chez le sujet qui travaille.*

1° Les échanges respiratoires, pendant le travail musculaire, subissent le même accroissement si le travail est identique, qu'il soit effectué en ballon à de hautes altitudes, ou dans une enceinte à air raréfié, ou enfin à la pression normale au niveau du sol.

2° Le travail entraîne donc un excès de dépense identique dans les trois cas : pression atmosphérique ordinaire, dépression de 28^{cm} dans une enceinte au niveau du sol, dépression existant à l'altitude de 4300^{m}.

Ce sont là des faits dont la précision ne laisse rien à désirer. M. **J. Tissot** a exécuté le premier les expériences en ballon qui ont permis l'acquisition de ces faits et des conclusions qui en découlent.

La Commission lui décerne le prix Pourat.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Guyon, Laveran; Marey, rapporteur.)

M. **H. Blondel de Joigny**, Médecin aide-major de 1re classe, envoie deux travaux au Concours :

1° Un Mémoire imprimé sous ce titre : « Pathogénie et prophylaxie de la Myopie ». C'est un travail d'érudition où les théories les plus contradictoires sur la nature de cette affection sont exposées. Il semble que l'auteur se soit complu à montrer combien les avis sont partagés sur cette question et combien il est nécessaire de trouver une théorie nouvelle mieux en accord avec les expériences des physiologistes et les observations des praticiens. C'est en effet ce qu'il fera dans un second Mémoire dont nous allons parler. Toutefois le travail imprimé de M. de Joigny se termine par un remarquable Chapitre sur l'emploi des « verres sphériques prismatiques » dans le traitement de la myopie.

On sent que l'auteur possède à fond les questions physiques de l'emploi des verres correcteurs de la myopie; ceux dont il préconise l'emploi ont le

double effet de supprimer les efforts d'accommodation et ceux de convergence.

2° Le Mémoire manuscrit de M. de Joigny a pour titre : « Hypothèse nouvelle sur le mécanisme de l'accommodation cristallinienne ». Dans ce travail, tout à fait original, l'auteur expose les théories régnantes sur le mécanisme de l'accommodation rétinienne; il prouve que nulle de ces théories ne satisfait à toutes les conditions du problème et n'explique les faits physiologiques et chimiques si nombreux dans la bibliographie spéciale.

Par d'ingénieuses expériences il montre que des efforts de traction exercés sur la zonule peuvent, suivant qu'ils sont faibles ou forts, rendre le cristallin plus épais et moins convexe, ou plus mince et plus convexe. Résultat paradoxal en apparence, mais qu'il explique très bien par la compressibilité moindre du noyau cristallinien.

Des études d'anatomie humaine et comparée l'auteur arrive à cette conclusion que deux appareils distincts président à l'accommodation : la zonule agissant comme un sphyncter, animée par le nerf grand sympathique, et le muscle ciliaire rayonné, qui par les nerfs ciliaires dépend du moteur oculaire commun.

Ces deux forces antagonistes expliquent pour l'auteur tous les faits d'accommodation augmentée ou diminuée, et pour lui cette théorie s'accorde avec les circonstances connues où les excitations survenues, l'action des médicaments ou les conditions pathologiques modifient l'accommodation dans un sens ou dans l'autre.

Dans une question aussi complexe et sur laquelle s'est exercée la sagacité d'illustres savants, il serait périlleux de prendre parti pour la théorie de M. de Joigny et de la considérer comme établie. Mais il est incontestable qu'elle est déduite avec une grande sagacité des faits connus et des expériences très ingénieuses de l'auteur, et votre rapporteur pense que le travail de M. de Joigny peut être récompensé par le prix Martin-Damourette, en invitant l'auteur à chercher dans l'expérimentation un nouveau renfort de preuves à l'appui de son ingénieuse théorie.

La Commission accorde le prix à M. **H. Blondel de Joigny**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie décide d'attribuer la médaille Lavoisier à **M. S. Cannizzaro**, professeur de Chimie à Rome, pour l'ensemble des belles recherches qu'il a publiées depuis un demi-siècle.

MÉDAILLE BERTHELOT (¹).

(M. Darboux, rapporteur.)

La Médaille Berthelot est décernée à :

M. **Rosenstiehl** (prix Jecker) : Travaux de Chimie organique;

M. **Adolphe Minet** (prix Saintour) : Recherches sur l'aluminium;

M. le Dr **A. Clerc** (prix Mège) : Recherches sur les sérums;

M. le Dr **Imbeaux** (prix Bréant) : Études sur les eaux potables;

M. le Dr **F. Bordas** (prix Montyon) : Étude sur le lait employé dans l'alimentation des enfants;

M. **Dislère** (mention Montyon) : Étude sur les produits coloniaux et la colonisation;

M. le Dr **Peyroux** (mention Montyon) : Études sur le lait;

M. **L. Grimbert** (prix Barbier) : Études de Chimie biologique;

Mme **Curie** (prix Gegner) : Recherches sur le radium;

M. **Grignard** (prix Cahours);

M. **Fosse** (prix Cahours);

M. **Marquis** (prix Cahours);

L'Académie approuve ces propositions.

(¹) L'Académie, dans sa séance du 3 novembre 1902, a décidé la fondation de cette Médaille.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu cette année-là des prix de Chimie ou de Physique; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulée *La synthèse chimique*.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Schlœsing, Moissan, Gautier, Haller; Troost, rapporteur.)

La Commission a attribué le prix à M. **Claude Boucher**.

Rapport sur les procédés de fabrication mécanique des bouteilles, de M. Claude Boucher; par M. **Troost**.

La fabrication des bouteilles était, jusque dans ces dernières années, considérée comme une des industries les plus meurtrières. Lorsqu'on visitait une verrerie à bouteilles, on était frappé par l'agglomération d'ouvriers souffleurs, grands garçons et cueilleurs, entassés sur la plate-forme de travail, à côté du four de fusion, dans une atmosphère suffocante. Ils avaient à peine l'espace pour se mouvoir.

Les ouvriers chargés de la confection des bouteilles étaient soumis à un véritable surmenage, dû non seulement à la grande rapidité avec laquelle les bouteilles doivent être façonnées, à la fatigue du soufflage, et au poids du verre, auquel s'ajoutait celui de la canne maniée d'une manière continue, mais aussi aux conditions dans lesquelles ils travaillaient, obligés de se tenir en permanence à proximité du four contenant le verre en fusion, dont le rayonnement leur causait à la longue une grave affection de la vue.

Il en résultait que, dans les fabriques de bouteilles, les ouvriers ne pouvaient exercer leur profession que jusqu'à un âge peu avancé.

A 45 ans, la plupart se trouvaient usés et incapables de continuer le travail.

Le recrutement de cette catégorie d'ouvriers était de plus en plus difficile.

Frappés de ces inconvénients, un grand nombre d'inventeurs se sont ingéniés à trouver des procédés permettant de remédier à ce qu'a d'épuisant ce travail de la préparation et du soufflage de la bouteille.

Mais les procédés mécaniques imaginés pour éviter aux ouvriers la fatigue du soufflage à la bouche, et les dangers des graves maladies contagieuses auxquelles il expose, ne dispensaient pas d'un long apprentissage, pouvant durer 7 à 8 ans; ils exigeaient toujours une habileté manuelle

s'exerçant dans des conditions particulièrement pénibles; aussi n'ont-ils qu'imparfaitement répondu au but qu'on se proposait d'atteindre.

Il en a été de même de nombreuses inventions destinées à substituer complètement les moyens mécaniques au travail manuel.

Le problème a été pour la première fois résolu, d'une manière complète, par M. Claude Boucher, maître verrier à Cognac (Charente).

Il avait commencé à travailler, à l'âge de 10 ans, dans une verrerie; mettant à profit les observations journalières qu'il avait pu faire dans sa longue pratique, il a cherché très judicieusement, et c'est là une des causes de son succès, à se rapprocher le plus possible, par les dispositions mécaniques qu'il adoptait, de la succession des opérations manuelles par lesquelles l'ouvrier façonnait jusqu'alors les bouteilles.

A la suite de 5 années d'essais et de tâtonnements, il est parvenu à créer une machine de construction simple et robuste, avec laquelle les ouvriers arrivent, au bout de quelques jours, à être capables de fabriquer les bouteilles, les carafes, les flacons et bocaux les plus divers.

M. Boucher a réalisé ainsi la suppression du long apprentissage, jusque-là indispensable.

De plus, les manipulations pénibles et dangereuses ont été supprimées. L'ouvrier chargé de puiser le verre n'a plus maintenant une lourde canne, mais une simple tige de fer très légère; il ne demeure plus pendant de longues heures dans le voisinage immédiat du four, il va porter à la machine le verre qu'il a cueilli, et l'y laisse couler dans un moule mesureur préalablement porté à une température convenable.

Le mouleur, assis devant sa machine éloignée du four, n'est ni fatigué par une atmosphère surchauffée, ni exposé à perdre la vue par la réverbération du verre en fusion. Après avoir coupé le verre qui dépasse le moule mesureur, il n'a plus qu'à agir sur des pédales ou des manivelles, pour la manœuvre des différents moules où passe successivement la matière, et pour le réglage de l'air comprimé qu'il emploie, sous deux pressions différentes, suivant les phases de la fabrication de la bouteille.

L'ouvrier verrier, faisant dorénavant un travail beaucoup noins fatigant que par le passé, pourra exercer sa profession jusqu'à un âge plus avancé, Son salaire n'est d'ailleurs pas diminué grâce à ce que dans le même temps on fabrique un plus grand nombre de bouteilles.

Le patron y trouve, de son côté, une sécurité plus grande pour l'organisation de son travail, et, en particulier, au point de vue des grèves, par suite de la suppression du long apprentissage.

La machine inventée par M. Boucher fonctionne déjà industriellement non seulement en France, mais en Belgique, en Espagne, en Italie et en Amérique.

Des licences ont été concédées qui permettront son emploi prochain en Angleterre, en Russie, en Hongrie et au Japon.

La Société d'encouragement pour l'Industrie nationale a consacré la valeur de cette invention, au double point de vue de l'industrie et de l'hygiène des ouvriers, en décernant une médaille d'or à son auteur.

Le Jury international de la Classe 73 de l'Exposition universelle de 1900, « reconnaissant à l'unanimité que M. Claude Boucher a, le premier, résolu le difficile problème de la fabrication mécanique des bouteilles, reconnaissant également l'immense service rendu par cet inventeur à l'industrie verrière et à l'hygiène des ouvriers verriers, lui a décerné un Grand Prix ».

Votre Commission est assurée d'entrer dans les vues du fondateur du prix des Arts insalubres, en vous proposant de décerner le prix Montyon à M. **Claude Boucher**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX H. WILDE.

(Commissaires : MM. Berthelot, Maurice Levy, Marcel Bertrand, Fouqué; Lœwy, rapporteur.)

Depuis les mémorables travaux de l'astronome milanais Schiaparelli, qui a montré la connexion intime qui existe entre les comètes et les étoiles filantes, l'étude de tous les phénomènes se rattachant à ces deux catégories d'astres nomades a acquis une importance de premier ordre pour l'Astronomie moderne. Ces études, de nature très diverse, ont pour objet de nous fournir des renseignements sur l'origine de ces corps célestes, sur leur constitution intime, sur le rôle qui leur est assigné dans notre Univers, sur l'influence qu'ils peuvent exercer sur notre globe terrestre, sur tous les faits multiples et si curieux qui accompagnent leur marche à travers l'espace. Ces derniers problèmes relatifs à leur mouvement ont un intérêt tout spécial pour la philosophie naturelle.

Nous savons déjà que, lorsque à la suite de leurs conditions de genèse les masses cométaires sont obligées de passer au voisinage du Soleil, les forces répulsives et de toute autre nature qui émanent de ce foyer gigan-

tesque désagrègent ces matières, les séparent quelquefois en plusieurs fragments distincts. On se trouve dès lors en présence de toute une famille de comètes sorties d'un seul noyau cométaire.

Ces formations nouvelles, au début, circulent à peu près dans des trajectoires identiques autour de notre astre central, mais lorsque, dans leurs révolutions successives, elles passent dans le voisinage d'une grosse planète, elles s'en trouvent inégalement attirées et déviées de leur trajectoire primitive.

Les divers membres de la famille sont ainsi amenés à suivre des routes tellement différentes, qu'il devient très difficile de reconnaître leur communauté d'origine. C'est un problème des plus importants que de reconstituer l'histoire de ces corps célestes, d'établir leur parenté et d'assigner les circonstances réelles de leur séparation.

L'étude de certaines comètes périodiques et des perturbations qu'elles pourront subir s'impose encore à d'autres points de vue. Elle permet de prévoir avec certitude les pluies exceptionnelles de météores en vertu de la corrélation qui existe entre ces essaims et les comètes. Tous ces astres sont sujets à se rapprocher très notablement de l'une ou de l'autre des grosses planètes de notre système, et les perturbations intenses qu'ils éprouvent en pareil cas fournissent un moyen précis pour évaluer la masse de l'astre troublant; d'autre part, des anomalies que l'expérience révèle et qui ne s'expliquent pas par l'action d'une grosse planète, fournissent la démonstration de l'existence soit d'un milieu résistant, soit d'essaims de corpuscules répandus dans l'espace et trop ténus pour pouvoir être aperçus dans nos plus puissants instruments.

M. Schulhof s'est passionnément attaché à l'étude de ces belles questions; durant près de 30 années les comètes et les étoiles filantes ont été l'objet de ses incessantes et fécondes recherches.

Pour reconstituer l'histoire de ces astres, toutes les vicissitudes qu'ils ont subies durant des siècles, il faut à la fois être un érudit, posséder les connaissances théoriques les plus élevées, déployer une sagacité particulière et une grande énergie.

Aussi, à cause des immenses labeurs que ces études nécessitent, ne connaissons-nous actuellement que trois ou quatre comètes périodiques dont la théorie se trouve dans un état d'avancement satisfaisant.

La Science est redevable, dans ce domaine, à M. Schulhof de nombreux travaux de théorie et de calculs exécutés avec un trés grand esprit de suite et une puissante logique. Les efforts de M. Schulhof ont été surtout con-

sacrés aux trois ordres de recherches suivants : reconnaître les comètes dont les mouvements périodiques étaient ignorés; déterminer, à l'aide d'une discussion approfondie des observations obtenues lors de la découverte d'une comète, les éléments de son orbite avec une précision suffisante pour permettre de retrouver l'astre dans ses apparitions ultérieures; calculer, enfin, la masse de Jupiter, une des grandeurs fondamentales du Système planétaire, au moyen des perturbations qu'il a provoquées dans le mouvement d'une comète dans l'intervalle de plusieurs révolutions.

En ce qui concerne la première série de problèmes, M. Schulhof a calculé les éléments définitifs de 7 ou 8 comètes, et il a eu la bonne fortune de reconnaître la courte durée de révolution de la comète 1858 III.

Il a, de plus, déterminé les orbites de tous les astres nouvellement découverts qui lui paraissaient, par certains indices, devoir être elliptiques.

Il a mis ainsi hors de doute, d'une manière indépendante des conclusions publiées par d'autres astronomes, le caractère elliptique des éléments des 7 comètes suivantes : Tempel 1873 II, Denning 1881 V, Barnard 1892 V, Holmes 1892 III, Denning 1894 I, E. Swift 1894 IV, et L. Swift 1895 II.

Les efforts relatifs à la seconde catégorie des recherches ont été également couronnés de succès. Grâce à ses travaux, on a pu retrouver à leur retour les comètes Tempel 1873 II, Finley 1886 VII et Pons 1812. Les calculs relatifs à ce dernier astre ont été faits en commun avec M. Bossert.

Il convient d'insister particulièrement sur la théorie remarquable de M. Schulhof, concernant la comète Tempel 1873 II, en cours de publication; on y trouve à la suite de longs et laborieux travaux, calculées avec rigueur, les perturbations subies depuis 1873 par la comète de la part de toutes les autres planètes. Cette étude a pour but d'obtenir une nouvelle valeur de la masse de Jupiter, astre qui, après le Soleil, joue le plus grand rôle dans notre monde planétaire.

Dans trois Mémoires, d'une valeur classique, M. Schulhof résume d'après l'état actuel de la Science l'historique des étoiles filantes et des comètes périodiques. Dans ces Ouvrages on rencontre les résultats de ses recherches propres et des conclusions nouvelles sur les groupes de comètes ayant une origine commune.

M. Schulhof a publié en outre une histoire très détaillée et très instructive de toutes les comètes en général qui ont paru depuis 1800, quelle que soit la nature de leur mouvement autour du Soleil, ouvrage qui renferme tout ce que l'on sait à l'heure actuelle de ces corps célestes.

Pour témoigner sa haute estime pour le vaste ensemble de beaux travaux dont M. **Schulhof** a enrichi l'Astronomie, la Commission propose de décerner à cet astronome le prix Wilde.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Moissan, Troost, Gautier, Haller, Berthelot.)

Le prix Cahours, pour l'année 1902, est partagé entre MM. **Fosse**, **Grignard** et **Marquis**.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Perrier, Bouquet de la Grye, de Lapparent, Van Tieghem; Grandidier, rapporteur.)

Le D[r] **Sven Hedin** a fait, dans l'Asie centrale, deux voyages qui comptent parmi les plus difficiles et les plus dangereux qui aient été exécutés dans ces régions, théâtre cependant de tant de hardies explorations. Dans le premier, qui a duré 3 années, du 23 février 1894 au 2 mars 1897, il a parcouru les plateaux neigeux de Pamir, franchi les monts Alaï, tenté l'ascension du Mous-tag-ata, le « Père des monts de glace », dont l'altitude est de 7800^{m} et qu'il a gravi jusqu'à une hauteur de près de 6000^{m}; se lançant ensuite en plein inconnu, il a traversé la partie occidentale du désert de Takla-Makane, « qui ressemble à une mer gelée, couverte d'immenses vagues », où il n'y a nulle part de trace de vie, où il n'y a pas la moindre eau et où des vents violents soulevaient des montagnes de sable prêtes à ensevelir les voyageurs. Ce ne fut qu'après 25 jours de grandes souffrances et de fatigues considérables que le D[r] Sven Hedin est arrivé au Khotan-Darya, où il a enfin trouvé l'eau qui lui faisait complètement défaut depuis 5 jours. Il avait perdu tous ses bagages, tous ses instruments, tous ses chameaux et deux de ses compagnons; c'est à son énergie qu'il a dû d'échapper et de faire échapper son escorte à la plus terrible des morts.

Après quelques mois de repos à Kachgar, il a exploré le sud-est du Pamir et l'Hindou-Kouch et a suivi la route parcourue 600 ans auparavant par Marco Polo. En 1896, il a traversé dans sa plus grande largeur le désert qui s'étend à l'est du Takla-Makane et où il découvrit les ruines de

quelques villes que les sables, qui ne cessent de s'avancer vers le Sud-Ouest sous la poussée continue des vents, ont enfouies dans les premiers siècles de l'ère chrétienne; ce voyage, dur et pénible, a duré 4 mois et demi. Ses études, fort importantes au point de vue géographique, ont porté principalement sur le cours du Kerya-Darya, qui finit par se perdre dans les sables, sur le bassin du Tarim et sur le Lop-Nor. Il s'est rendu à Pékin en traversant de l'Ouest à l'Est, dans le Tibet septentrional et dans la Chine, une contrée en grande partie inconnue.

Le second voyage du Dr Sven Hedin a, comme le premier, duré 3 ans, du 18 septembre 1899 au 14 mai 1902, et a aussi été exécuté dans le Tibet. Il a commencé par relever avec beaucoup de soin et en grand détail le cours du Yarkand-Darya, puis il a traversé l'extrémité orientale du désert de Takla-Makane, dont il avait, en avril 1895, exploré la partie orientale au milieu de souffrances inouïes, et il a étudié à nouveau le bassin du Tarim, le grand fleuve du Turkestan chinois, et exécuté un nivellement de précision entre l'ancien Lop-Nor, qui est aujourd'hui desséché, et le Kara-Kochun. Il a ensuite exploré le nord-est du Tibet, traversant des régions absolument désertes et inconnues où il a fait d'importantes découvertes géographiques, et il s'est acheminé vers Lhassa, déguisé en Mongol; après 9 jours de marche, il a été arrêté par un corps armé de Tibétains qui l'ont contraint à battre en retraite. Une seconde tentative ne réussit pas davantage, et il dut se résigner à gagner le Ladak; le 20 décembre 1901, à bout de forces et de ressources, ayant perdu presque toute sa caravane, il a atteint Leh, d'où il est allé à Kachgar, fermant le polygone de ses itinéraires.

Les levés que le Dr Sven Hedin a exécutés pendant ce second voyage remplissent 1149 feuilles, représentant un itinéraire de plus de 10 000^{km}, dont les neuf dixièmes en pays inconnu; ils s'appuient sur 114 points déterminés astronomiquement. Ses études sur le Tarim et les causes des variations annuelles de son débit, sur les déserts du centre de l'Asie, sur les déplacements du Lop-Nor, etc., présentent aussi un grand intérêt pour la Géographie. Ses observations météorologiques embrassent une période beaucoup plus longue que toutes celles faites précédemment dans ces régions. Le Dr Sven Hedin a, en outre, rapporté de ses voyages quelques collections zoologiques et botaniques et surtout une série nombreuse d'échantillons géologiques précieux pour la connaissance de la constitution du sol du Tibet.

Ce court et très incomplet résumé des belles et difficiles explorations

du Dr Sven Hedin dans l'Asie centrale suffit pour montrer tout l'intérêt scientifique qui s'y attache, et l'Académie ne peut qu'approuver l'attribution que la Commission, à l'unanimité, a faite au Dr **Sven Hedin** du prix fondé par M. de Tchihatchef.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Grandidier, Gaudry, Bouquet de la Grye, Perrier; Bassot, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Gonnessiat**, astronome français, Directeur de l'observatoire de Quito, pour sa collaboration à l'œuvre entreprise par la Mission géodésique de l'Équateur, dans les opérations astronomiques relatives à la mesure d'un arc de méridien dont cette Mission est chargée.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Berthelot, Darboux, Maurice Levy, Bouquet de la Grye; Albert Gaudry, rapporteur.)

M. **André Tournouër** est actuellement en Patagonie, entreprenant pour la quatrième fois des explorations paléontologiques. MM. Ameghino, Moreno et d'autres savants de la République argentine ont découvert dans le sud et le centre de la Patagonie d'admirables gisements de fossiles tertiaires. La France n'en possédait jusqu'à présent aucun débris. M. André Tournouër, qui a séjourné dans la République argentine, a voulu que notre pays eût sa part des richesses scientifiques cachées dans les terrains de la Patagonie, et il s'est livré à ses frais, avec de grandes fatigues, à des recherches qui ont eu les plus heureux résultats. Pour ses derniers voyages, il a reçu une Mission du Ministère de l'Instruction publique et du Muséum d'Histoire naturelle. Il a tour à tour fouillé à Coli Huapi, au Monte-Leone, sur les bords du Rio Coyle et enfin au Deseado.

Les bêtes fossiles de Patagonie sont si étonnantes par leur physionomie

particulière que l'on commence à se demander s'il n'y aurait pas eu un vaste continent austral sur lequel la marche de la vie aurait été différente de ce qu'elle a été dans l'hémisphère boréal. Les Mammifères ne rentrent pas dans nos classifications. Par exemple, les zoologistes avaient rangé les Mammifères en Marsupiaux et en Placentaires; mais nous ne pouvons plus, avec les *Borhyæna* et les *Prothylacynus* de Patagonie, dire où les Marsupiaux finissent, où les Placentaires commencent. On avait partagé les Placentaires terrestres en Onguiculés et en Ongulés, eux-mêmes séparés en Paridigités et Imparidigités; or *Nesodon* de Patagonie par ses dents se rattache aux Imparidigités, par ses jambes ressemble aux Paridigités, par ses avant-bras rappelle les Lions. Parmi les Onguiculés, on avait réuni sous le nom d'Édentés ceux qui n'ont pas de dents en avant, et voici que *Peltephilus* de Patagonie a une rangée de dents ininterrompue en avant de sa mâchoire supérieure comme de sa mâchoire inférieure. Le fameux *Pyrotherium,* d'après ce que nous en connaissons, ne s'intercale pas dans nos classifications; bien qu'il ait certaines apparences des Proboscidiens, des Pachydermes, des Marsurpiaux, nous ne savons dans quel ordre le placer. Ainsi la paléontologie de la Patagonie soulève de curieuses questions. M. **Tournouër** nous aide à les aborder. Votre Commission, à l'unanimité, a pensé qu'un si courageux et si désintéressé explorateur mérite de recevoir le prix Jérôme Ponti.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX HOULLEVIGUE.

Commissaires : MM. Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Sarrau; Mascart, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Teisserenc de Bort**, pour ses recherches sur l'état de l'atmosphère aux grandes altitudes au moyen des cerfs-volants et des ballons-sondes.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Berthelot, Poincaré, Gaudry, Lippmann; Darboux, rapporteur.)

Le prix est partagé entre M. **Riquier**, pour ses travaux sur l'intégration des systèmes d'équations aux dérivées partielles, et M. **Adolphe Minet**, pour ses recherches sur la préparation électrolytique de l'aluminium.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Berthelot, Bassot, Michel Lévy ;
Mascart, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à Mme **Curie**, pour la continuation de ses recherches sur les corps radio-actifs.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Brouardel, Lannelongue, Berthelot, Maurice Levy ;
Mascart, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Frémont**.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Aubrun**, entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **Aubrun** et **Niewenglowski**, entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et à MM. **Barrillon** et **Bénézit**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1903, 1904, 1905 ET 1906.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR (1 000^{fr}).

Ce *prix annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET (2 000^{fr}).

Ce *prix annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3 000^{fr}.)

L'Académie a mis au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1904, la question suivante :

Perfectionner, en quelque point important, l'étude de la convergence des fractions continues algébriques.

PRIX BORDIN (3000^{fr}).

L'Académie a mis de nouveau au Concours, pour le prix Bordin de 1904, la question suivante :

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloide de révolution.

PRIX VAILLANT (4000^{fr}).

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle a mis au concours, pour l'année 1904, la question suivante :

Déterminer et étudier tous les déplacements d'une figure invariable dans lesquels les différents points de la figure décrivent des courbes sphériques.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE) (700^{fr}).

Ce *prix annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en
» perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des
» Arts mécaniques ou des Sciences ».

PRIX PLUMEY (2500fr).

Ce prix annuel est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionne-
» ment des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le
» plus contribué au progrès de la navigation à vapeur ».

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

L'Académie rappelle qu'elle a mis de nouveau au concours pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1903, la question suivante :

Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman,* en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman,* qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le *prix quinquennal,* représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, pour la première fois en 1905.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix annuel est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix biennal, destiné à encourager les recherches de Mécanique céleste, sera décerné pour la première fois dans la séance publique annuelle de 1903.

PRIX JANSSEN.

Ce *prix biennal,* qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1904.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX DAMOISEAU (2000fr).

Ce prix est triennal.

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1905, la question suivante :

Il existe une dizaine de comètes dont l'orbite, pendant la période de visibilité, s'est montrée de nature hyperbolique. Rechercher, en remontant dans le passé et tenant compte des perturbations des planètes, s'il en était ainsi avant l'arrivée de ces comètes dans le système solaire.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix annuel est attribué alternativement à des recherches sur la *Géographie* ou la *Navigation* et à des recherches sur l'*Histoire des Sciences*.

Ce prix sera décerné, en 1904, à l'auteur de travaux sur la Géographie ou la Navigation.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix annuel est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix annuel, dû à la libéralité du physicien Hughes, sera décerné pour la première fois dans la séance publique de 1903. Il est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce *prix biennal* est attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail im-

portant dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1903.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce *prix triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1904, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront*
» *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en*
» *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-

» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour » ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde » entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils » seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de » France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1903, deux prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie* et de la *Chimie*.

L'Académie décernera le prix relatif à la Physique dans sa séance publique de l'année 1905.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (500^{fr}).

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

CHIMIE.

PRIX JECKER ($10\,000^{fr}$).

Ce *prix annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE (10000^{fr}).

Voir page 1249.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE (1400^{fr}).

Mme Vve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs,* destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans,* s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger,* d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse sera décerné dans la séance publique de l'année 1903.

PRIX FONTANNES (2000^{fr}).

Ce prix triennal est attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.* Il sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1905.

PRIX ALHUMBERT (1000^{fr}).

L'Académie a mis au concours, pour sujet de ce prix quinquennal à décerner en 1905, la question suivante :

Étude sur l'âge des dernières éruptions volcaniques de la France.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY (2500fr).

L'Académie rappelle que le prix Gay, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1903, sera attribué *à l'auteur d'un travail ayant pour but la détermination, aussi précise que possible, d'une série de positions géographiques dans une colonie française.*

PRIX GAY (1500fr).

L'Académie a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1904, la question suivante :

Étudier les variations actuelles du niveau relatif de la terre ferme et de la mer, à l'aide d'observations précises, poursuivies sur une portion déterminée des côtes de l'Europe ou de l'Amérique du Nord.

BOTANIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1903, la question suivante :

Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

PRIX BORDIN (3000fr).

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1903, la question suivante :

Démontrer, s'il y a lieu, par l'étude de types nombreux et variés, la généralité du phénomène de la double fécondation, ou digamie, c'est-à-dire de la formation simultanée d'un œuf et d'un trophime, chez les Angiospermes.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce *prix annuel* est attribué « à l'auteur, *français ou étranger,* du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la Cryptogamie ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique,* aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français.*

PRIX THORE (200fr).

Ce prix annuel est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insecte d'Europe. (Voir page 1255.)

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1903, au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900fr).

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique*,
» manuscrit ou imprimé, *sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les*
» *départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de*
» *l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1904.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700fr).

Ce *prix décennal* sera décerné, dans la séance annuelle de 1903, à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture de France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER (1300fr).

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir
» de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je
» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie,
» *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny,
» ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour
» l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les
» jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du

» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

PRIX DA GAMA MACHADO (1200^{fr}).

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1903.

PRIX THORE (200^{fr}).

Voir page 1253.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1904, au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON

(Trois prix de 2500^{fr}, trois mentions de 1500^{fr}).

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000^{fr}).

Ce prix annuel est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, medicale, pharmaceutique,* et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100000^{fr}).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel,* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce *prix annuel* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé.

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce *prix annuel* est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix sera décerné *annuellement* à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR (1400fr).

Ce *prix annuel* sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages* » *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amé-* » *lioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1903.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer, soit la Médecine légale, soit la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix dans la séance annuelle de 1903, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1905 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce *prix quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1905, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de Physiologie expérimentale à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce *prix annuel* de Physiologie expérimentale sera décerné dans la prochaine séance publique.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Voir page 1249.

PRIX POURAT (1000fr).

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1903, la question suivante :

Action des courants de haute fréquence sur les phénomènes de la vie.

PRIX POURAT (1000fr).

(Question proposée pour l'année 1904.)

Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration aux grandes altitudes.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce *prix biennal* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1904.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix alternatif sera décerné, en 1903, à l'auteur de travaux sur l'*Histoire des Sciences*.

Voir page 1248.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie, dans sa séance du 26 novembre 1900, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie ou de Physique ; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Les prix sont de 2500^{fr} et les mentions de 1500^{fr}.)

Il sera décerné chaque année un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX WILDE (4000^{fr}).

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*, qui a été convertie en rente 3 pour 100 sur l'État français. Les arrérages de ladite rente sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un *prix annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX TCHIHATCHEF (3000fr).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles*, *physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix est attribué *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable sur l'étude des ossements fossiles, l'Anatomie comparée ou la Zoologie.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique annuelle de 1903, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1901.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce *prix triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus

» particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix dans sa séance publique de 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1903, *à un travail sur le dernier desdits sujets,* conformément au vœu du testateur.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

L'Académie décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1903.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce *prix triennal* est destiné à récompenser les recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1903.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000^{fr}).

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1903.

PRIX CAHOURS (3000^{fr}).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX SAINTOUR (3000^{fr}).

Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des Sciences.

PRIX TRÉMONT (1100^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce *prix annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce *prix annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1904.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, par l'Académie des Sciences, en 1904.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce *prix biennal* sera décerné en 1904 « *au voyageur français ou au savant* » *qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la* » *Science* ».

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce *prix biennal* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1904.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce *prix* est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera ce prix, dans l'intérêt des Sciences, dans la séance publique annuelle de 1904.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant,

relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire, ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1906.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000^{fr}).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1906.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de chaque concours serait fixée au *premier juin* de l'année dans laquelle doit être jugé ce concours.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. BERTHELOT, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur la vie et les travaux de M. CHEVREUL, Membre de l'Institut.

M. B. et G. D.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1902.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1903, 1904, 1905 *et* 1906.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1903, 1904, 1905 ET 1906.

1903

GÉOMÉTRIE.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

MÉCANIQUE.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

Prix Fourneyron. — Etude théorique ou expérimentale sur les turbines à vapeur.

ASTRONOMIE.

Prix Pierre Guzman. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1905, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Valz. — Astronomie.

Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.

PHYSIQUE.

Prix Hébert. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

Prix Hughes. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

STATISTIQUE.

Prix Montyon. — Statistique.

CHIMIE.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Chimie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

Prix Gay. — Le prix sera attribué à l'auteur d'un Travail ayant pour but la détermination, aussi précise que possible, d'une série de positions géographiques dans une des Colonies françaises.

BOTANIQUE.

Grand prix des Sciences physiques. — Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

Prix Bordin. — Démontrer, s'il y a lieu, par l'étude de types nombreux et variés, la généralité du phénomène de la double fécondation, c'est-à-dire de la formation simultanée d'un œuf et d'un trophime, chez les Angiospermes.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX THORE. — Botanique.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Agriculture.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D[r] Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX PHILIPEAUX. — Physiologie expérimentale.

PRIX LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie.

PRIX POURAT. — Action des courants de haute fréquence sur les phénomènes de la vie.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX. — Histoire des Sciences.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

MÉDAILLE BERTHELOT. — Décernée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie et de Physique.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX H. WILDE.

PRIX TCHIHATCHEF. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX PARKIN. — Destiné à récompenser des recherches sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX BOILEAU. — Hydraulique.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

PRIX CAHOURS. — Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX SAINTOUR.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n[os] 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1904

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner, en quelque point important, l'étude de la convergence des fractions continues algébriques.

Prix Bordin. — Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Prix Vaillant. — Déterminer et étudier tous les déplacements d'une figure invariable dans lesquels les différents points de la figure décrivent des courbes sphériques.

Prix Janssen. — Astronomie physique.

Prix Binoux. — Géographie ou Navigation.

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix Gay. — Étudier les variations actuelles du niveau relatif de la terre ferme et de la mer, à l'aide d'observations précises, poursuivies sur une portion déterminée des côtes de l'Europe ou de l'Amérique du Nord.

Prix de la Fons-Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

Prix Thore. — Décerné aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Prix Pourat. — Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration aux grandes altitudes.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Prix Delalande-Guérineau.

Prix Jérôme Ponti.

Prix Houllevigue.

1905

Prix Damoiseau. — Il existe une dizaine de comètes dont l'orbite, pendant la période de visibilité, s'est montrée de nature hyperbolique. Rechercher, en remontant dans le passé et tenant compte des perturbations des planètes, s'il en était ainsi avant l'arrivée de ces comètes dans le système solaire.

Prix Fontannes. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Alhumbert. — Étude sur l'âge des dernières éruptions volcaniques de la France.

Prix Dusgate. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

1906

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du Travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix du Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er décembre 1902.

Faustino Malaguti e le sue opere, di Icilio Guareschi. (*Storia della Chimica,* II.) Turin, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Metallurgical laboratory notes, by Henry M. Howe. Boston, Mass., 1902; 1 vol. in-8°.

Observations de l'éclipse totale du Soleil du 28 *mai* 1900, *à Elche près d'Alicante* (*Espagne*), par M. N. Donitch; avec 3 figures et 3 phototypies. Saint-Pétersbourg, 1901; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio astronomico-meteorologico di Trieste, per l'anno 1899, redatto da Edoardo Mazelle; vol. XVI. Trieste, 1902; 1 vol. in-4°.

From the Washington observations for 1891. *Meteorological observations results.* United States naval observatory, 1891. Washington, 1902; 1 fasc. in-4°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien. II. *Bericht über den Stand der Arbeiten der Phonogramm. Archivis-Commission, erstattet in der Sitzung der Gesammt-Akademie vom* 11. *Juli* 1902, von M. Sigm. Exner. Vienne, 1902; 1 fasc. in-8°.

O prima incercare asupra lu crarilor astronomice din România pâna la finele secolului al XIX-I ea, de Stefan C. Hepites. Bucharest, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Astronomul Capitaneanu, de St. C. Hepites. Bucharest, 1902; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 8 décembre 1902.)

Note de M. *Thomas,* Sur le chlorure thallique :

Page 1052, ligne 21, *au lieu de* 23^{mm}, *lisez* $9^{mm},5$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 DÉCEMBRE 1902,

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1903, lequel doit être choisi dans l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Mascart obtient. . . . . 48 suffrages.

Il y a 2 bulletins blancs.

M. **Mascart**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1903.

MM. **Bornet** et **Maurice Levy** sont réélus par l'unanimité des suffrages.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence de l'argon dans les gaz de la source Bordeu à Luchon, et sur la présence du soufre libre dans l'eau sulfureuse de la grotte et dans les vapeurs de humage.* Note de M. HENRI MOISSAN.

« Nous rappellerons que les eaux sulfureuses de Luchon ont fait le sujet de nombreux travaux parmi lesquels nous citerons ceux de Bayen, d'Anglada, de Boullay et Henry, de Fontan, de Filhol, et enfin les recherches du Dr Garrigou, qui a fait remarquer, avec beaucoup de raison, que les sources d'un même groupe d'eaux sulfureuses peuvent être très différentes.

» M. le Dr de Lavarenne ayant appelé notre attention sur certaines propriétés des eaux sulfureuses de Luchon, nous avons visité les galeries où se trouvaient les griffons de ces sources, et nous avons entrepris quelques expériences dont nous donnerons le résumé dans cette Note.

» *Source Bordeu.* — La source Bordeu, n° 1, possède un véritable griffon, présentant plusieurs fissures longitudinales par lesquelles on voit arriver l'eau sulfureuse chaude et se dégager quelques bulles de gaz. L'eau sort de la roche à une température de 44° au milieu de couches schisteuses, plus ou moins attaquées. La température de l'eau augmente de un degré lorsque l'on enfonce le thermomètre dans la faille traversée par l'eau. Le griffon se trouvait au fond d'une vasque naturelle, il nous a été facile de disposer sur des entonnoirs retournés des flacons remplis d'eau sulfureuse prise au fond même de cette vasque de façon à éviter l'action et le contact des gaz de l'air. L'eau produite en notable quantité par cette source est conduite par un caniveau dans un grand réservoir réunissant le débit de plusieurs sources.

» Les gaz que nous avons recueillis n'étaient pas très abondants et les différentes fissures du griffon en dégageaient des quantités variables, bien que toujours assez faibles.

» Lorsque nos flacons de 250^{cm^3} étaient remplis de gaz, ce qui demandait deux à trois jours, on les fermait au moyen d'un bouchon de verre rodé enduit de paraffine, puis on coulait de la paraffine fondue dans l'espace annulaire du goulot de la bouteille.

» Ce gaz transvasé sur la cuve à mercure attaquait très légèrement la surface de ce métal. Il ne renfermait pas trace d'hydrogène sulfuré, car un papier à l'acétate de plomb n'a pas noirci à son contact. Ce fait semble indiquer que l'eau sulfureuse de la source Bordeu ne renferme pas de sulfhydrate de sulfure au moment de l'émergence, sans quoi, ce composé, par simple dissociation, devrait fournir de l'hydrogène sulfuré. Nous ferons remarquer que cet échantillon de gaz a été recueilli absolument à l'abri de l'air. Dès que l'eau de la source Bordeu est en présence de l'acide carbonique de l'air, de l'hydrogène sulfuré se produit et peut être décelé avec facilité. Pour cette source, la formation de l'hydrogène sulfuré est due à l'action secondaire de l'acide carbonique de l'air sur le sulfure de sodium.

» Ce gaz ne renfermait pas d'acide carbonique, il ne contenait pas trace d'oxygène, car il ne colorait même pas la solution de pyrogallate de potassium. Il était entièrement formé d'une petite quantité de méthane, de beaucoup d'azote et d'un peu d'argon.

» Son analyse quantitative nous a fourni les chiffres suivants :

Formène	1,22
Argon	2,56
Azote	96,22

» L'étude spectrale de cet argon ne nous a pas indiqué la présence de l'hélium.

» Ce gaz renferme donc une petite quantité d'argon, et l'on sait que la présence de ce corps simple a été déjà indiquée, en 1895, dans l'eau de Bath par lord Rayleigh et sir William Ramsay ([1]), dans une eau chlorurée par MM. Bedson et Shaw ([2]), dans les eaux de Cauterets par M. Bouchard ([3]), dans les eaux de Maizières par M. Moureu ([4]), et dans les eaux de Wildbad, dans la Forêt-Noire, par H. Kayser ([5]). Le dégagement d'azote par les eaux minérales avait été indiqué dès 1784 par le Dr Pearson, et

([1]) Lord Rayleigh et sir William Ramsay, *Zeitschrift für physikalische Chemie*. t. XVI, 1895, et t. XIX, 1896, p. 371.

([2]) Bedson et Shaw, *Chem. News*, t. LXXII, juin 1895, p. 48.

([3]) Bouchard, *Sur la présence de l'argon et de l'hélium dans certaines eaux minérales* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 392). — Voir aussi Troost et Ouvrard, *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 392-395.

([4]) Moureu, *Sur la présence de l'argon et de l'hélium dans une source d'eau naturelle* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 819).

([5]) H. Kayser, *Note sur l'hélium et l'argon* (*Chem. News*, n° 1865, 1895, p. 89).

Anglada l'avait mis en évidence en particulier pour les sources thermales des Pyrénées.

» *Source de la grotte.* — Cette source est une des plus anciennes parmi les eaux sulfureuses de Luchon ; sa température prise au griffon est de 59°. Elle présente un intérêt particulier, parce qu'elle est utilisée pour le humage. Au moyen d'appareils installés en 1890 par le Dr Frébault [1], on fait passer sur une surface de cette eau thermale un courant d'air qui monte dans les appareils de humage et qui possède, au point de vue thérapeutique, des propriétés particulières. Les médecins ne sont point d'accord sur les causes de cette action. Mais, sans vouloir nous prononcer sur le rôle de la vapeur d'eau chaude ou des composés variés qui peuvent se produire dans ces circonstances, nous avons pensé faire œuvre utile en poursuivant quelques expériences sur ce sujet.

» Lorsque l'on hume ce mélange de gaz et de vapeurs d'eau, on ne perçoit nullement l'odeur d'hydrogène sulfuré, odeur si caractéristique même lorsque ce gaz n'existe qu'en très petite quantité. De plus, un humage prolongé, excessif, n'a jamais amené les phénomènes toxiques de l'empoisonnement par l'hydrogène sulfuré. Enfin, nous ferons remarquer que les garçons de salle qui, pendant quatre mois, passent toutes leurs journées dans cette atmosphère, à odeur spéciale, ne présentent jamais trace d'intoxication par l'hydrogène sulfuré.

« Cependant des objets en argent laissés dans les salles de humage se recouvrent, en 24 heures, d'une patine noire de sulfure d'argent. Dans le cas particulier que nous envisageons, cette sulfuration rapide de l'argent doit être attribuée à une autre cause que celle de l'hydrogène sulfuré.

» Si nous plaçons, en effet, du papier à l'acétate de plomb devant l'un de ces tubes à humage, il est facile de reconnaître qu'il ne se colore en marron très clair qu'avec une extrême lenteur, et, chose assez curieuse, ce ne sont pas les émanations qui donnent les colorations les plus intenses au papier à l'acétate de plomb qui sont les plus actives au point de vue thérapeutique.

» Pour rechercher les composés qui pouvaient prendre naissance dans ces conditions, nous avons condensé sur un récipient en verre rempli de glace, la vapeur qui sortait des tubes de humage. On obtient ainsi un liquide incolore qui fournit un très léger dépôt. Ce liquide possède une faible

---

[1] A. Frébault, *Le Humage à Bagnères-de-Luchon*. Imprimerie Sarthe, Luchon ; 1890.

odeur d'acide sulfureux, et présente les réactions d'une solution très étendue de ce gaz : décoloration instantanée à froid d'une solution étendue de permanganate de potassium et décoloration d'empois d'amidon bleui par une petite quantité d'eau iodée. Il contient aussi une très petite quantité d'hydrogène sulfuré et des traces d'acide sulfurique.

» Les belles recherches de notre confrère M. Armand Gautier sur l'existence de l'arsenic normal pouvaient laisser croire que ce métalloïde intervenait à l'état de traces dans cet entraînement de vapeurs des eaux sulfureuses.

» M. Bertrand a bien voulu rechercher si notre liquide de condensation ne renfermait pas une petite quantité d'arsenic par la méthode délicate qu'il vient de publier ([1]). Il n'a pas rencontré d'arsenic dans ce liquide, et, comme sa méthode peut déceler nettement des traces d'arsenic, on ne peut attribuer à une impureté arsénicale l'action thérapeutique produite dans le humage des eaux de la grotte.

» Le dépôt provenant de la condensation des vapeurs d'un appareil de humage a été étudié au microscope. Il était formé de quelques filaments et poussières provenant de l'air atmosphérique, et, en plus, de fragments irréguliers, faiblement colorés, de couleur jaune, à indice de réfraction différent de celui de l'eau. Nous y avons rencontré aussi quelques petites masses agglomérées ayant l'apparence de l'ambre claire, et quelques filaments recouverts par place de très petits cristaux jaunes. Ces poussières sèches, placées entre deux lames de verre et portées à une température de 150°, laissent voir la fusion d'un grand nombre de ces petites particules en un liquide jaune, et, si l'on chauffe davantage, on reconnaît que les parcelles fondues se vaporisent. Ce sont là les caractères du soufre.

» En chauffant ce résidu à 100°, on perçoit nettement l'odeur camphrée de la vapeur de soufre.

» Si nous rencontrons une petite quantité de soufre en nature dans les vapeurs qui sortent des appareils de humage, nous devons en trouver une quantité beaucoup plus grande condensée dans les tubes de porcelaine en col de cygne qui terminent ces appareils. En effet, il suffit de recueillir la poussière qui tapisse l'intérieur de ces tubes pour voir qu'elle est entièrement formée d'une poudre d'un blanc jaunâtre formée de petits octaèdres

---

([1]) Bertrand, *Sur l'existence de l'arsenic dans l'organisme* (*Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXVII, 1902, p. 847).

possédant tous les caractères du soufre. Si la vapeur de soufre ne s'oxyde que faiblement dans ces conditions, cela tient à ce qu'elle est noyée dans un grand excès de vapeur d'eau.

» Une notable partie de ce soufre peut provenir de l'oxydation par l'oxygène en présence de la vapeur d'eau du gaz hydrogène sulfuré (¹) dégagé du monosulfure de sodium sous l'action de l'acide carbonique de l'air. Et cette oxydation est assez complète pour qu'il ne se dégage que des traces d'hydrogène sulfuré aux appareils de humage. Mais une autre partie provient de la vaporisation du soufre qui se trouve en solution dans l'eau sulfureuse.

» Le soufre, en effet, est légèrement soluble dans ce liquide, il est même un peu soluble dans l'eau distillée à la température de 50°.

» Nous avons été conduit alors à faire quelques expériences synthétiques pour bien démontrer cet entraînement d'une petite quantité de soufre soit par de l'eau distillée à 60°, soit par une solution étendue de monosulfure de sodium à la même température.

» Si l'on place dans un tube scellé un fragment solide de soufre et une petite quantité d'eau, puis si l'on maintient le bas du tube à une température constante de 60° pendant plusieurs jours, on voit se former de petits cristaux blancs de soufre à la partie supérieure, c'est-à-dire dans la partie froide du tube.

» De même, si l'on fait passer d'une façon continue un courant d'eau distillée privé d'air, dans un tube horizontal contenant des fragments de soufre solide maintenu à + 60°, puis que l'on dirige cette eau dans un récipient refroidi, on voit se condenser dans la partie froide de l'appareil un léger dépôt de soufre de couleur ambrée.

» Du reste, il suffit de prendre de l'eau exempte d'oxygène et de la maintenir à l'ébullition en contact avec quelques morceaux de soufre solide, puis de la filtrer rapidement pour voir se former, par refroidissement, dans un verre conique, un dépôt de petits cristaux microscopiques jaunes qui possèdent les propriétés du soufre.

» Bunsen (²) avait déjà mentionné que, en distillant de l'eau contenant

(¹) Dumas, *Sur la conversion de l'hydrogène sulfuré en acide sulfurique* (*Annales de Ch. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. XVIII, 1846, p. 506).

(²) Bunsen, *Recherches sur les rapports intrinsèques des phénomènes pseudovolcaniques de l'Islande* (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. XXXVIII, 1853, p. 385).

de la fleur de soufre, les vapeurs entraînaient toujours une petite quantité de ce corps simple.

» Dans toutes nos expériences, nous avons employé du soufre octaédrique. Nous n'avons pas abordé l'étude de la solubilité des différentes variétés de soufre et, en particulier, du soufre soluble mentionné par M. Engel (1).

» Enfin, si l'on répète les expériences précédentes avec une solution aqueuse à 1 pour 1000 de monosulfure de sodium, la solubilité du soufre devient plus grande.

» Ces expériences de synthèse viennent confirmer l'examen microscopique du résidu d'un échantillon d'eau de la grotte pris au griffon à l'abri de l'air, examen qui nous a indiqué un faible dépôt de cristaux de soufre produit par le refroidissement de cette eau sulfureuse dans un flacon plein et bien fermé (2).

» Nos expériences établissent donc que l'eau de la grotte renferme du soufre en solution. Elles démontrent de plus que la vapeur sortant des tubes de humage contient une très petite quantité d'hydrogène sulfuré et d'acide sulfureux, ainsi que de la vapeur de soufre. Cette dernière provient de trois sources différentes : 1° combustion lente de l'hydrogène sulfuré; 2° réaction d'une petite quantité d'acide sulfureux sur l'hydrogène sulfuré; enfin 3° vaporisation du soufre en solution dans l'eau.

» Cette vapeur de soufre peut jouer un rôle dans l'action thérapeutique du humage soit comme antiseptique, soit par la facilité de son assimilation.

» Nos remarques pourraient faire comprendre pourquoi le humage ne peut se faire qu'à une petite distance du griffon, lorsque la température de l'eau est aussi élevée que possible, c'est-à-dire lorsqu'elle est très chargée de vapeurs de soufre. »

---

(1) Engel, *Sur deux nouveaux états du soufre* (*Comptes rendus*, t. CXII, 1891, p. 866).

(2) L'eau de la grotte prise au griffon, à l'abri de l'acide carbonique de l'air, ne fournit pas la réaction des sulfhydrates de sulfures par le nitroprussiate de sodium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle préparation de l'hydrure de silicium* Si^2H^6. Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans un Mémoire [1] publié aux *Annales de Chimie et de Physique* en collaboration avec M. Smiles, nous avons indiqué l'existence d'un nouvel hydrure de silicium Si^2H^6 que nous obtenions par la condensation partielle à — 200° d'un hydrogène silicié impur préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur un siliciure de magnésium non défini. D'autre part, nous avons indiqué que, par l'action du silicium sur le lithium en fusion, il était facile de préparer un siliciure de lithium [2] répondant à la formule Si^2Li^6.

» Nous avons repris l'étude de quelques propriétés de ce dernier composé, et nous avons pu passer du siliciure métallique Si^2Li^6 à l'hydrure de silicium correspondant Si^2H^6.

» Lorsque ce siliciure de lithium est légèrement chauffé dans un courant de gaz acide chlorhydrique sec, on obtient de l'hydrogène et des chlorures de lithium et de silicium. Si, au contraire, on emploie une solution étendue d'acide chlorhydrique dans l'eau, pour attaquer ce siliciure de lithium, il ne se dégage, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, que de l'hydrogène pur. Cela tient à ce que chaque parcelle de siliciure de lithium au contact de la solution étendue d'acide décompose et l'acide chlorhydrique et l'eau. Elle produit, en même temps que du chlorure de lithium, de la lithine qui rend le liquide alcalin et qui détruit l'hydrure de silicium au moment même de sa formation.

» Il en est tout autrement, si nous laissons tomber lentement du siliciure de lithium dans une solution concentrée d'acide chlorhydrique contenant, par suite de la dissociation de l'hydrate $HCl + 2H^2O$, de l'acide gazeux en solution dans le liquide, ainsi que l'a démontré M. Berthelot. Dès lors, l'hydrogène silicié Si^2H^6 se forme en abondance, et il suffit pour le condenser de faire passer le mélange gazeux dans de l'air liquide à — 200°. On utilise, pour cette préparation, l'appareil que nous avons décrit dans nos premières recherches. »

---

(1) H. Moissan et S. Smiles, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVII, p. 5; 1902.

(2) H. Moissan, *Étude du siliciure de lithium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1083; 1902).

BOTANIQUE. — *Cultures expérimentales dans la région méditerranéenne : modifications de la structure anatomique.* Note de M. GASTON BONNIER.

« Dans une précédente Communication ([1]) j'ai rendu compte à l'Académie des modifications que présente l'aspect extérieur des mêmes plantes cultivées dans un sol identique, les unes à Fontainebleau, dans la région parisienne, les autres à La Garde-près-Toulon, dans la région méditerranéenne; je vais résumer dans cette présente Note les résultats relatifs aux modifications de structure qui se produisent dans les organes comparables.

» Je rappellerai que j'ai établi en 1898 ces cultures expérimentales qui portent, sur une cinquantaine d'espèces vivaces, de la manière suivante : La terre de La Garde-près-Toulon a été transportée à Fontainebleau; chaque pied initial provenait de Fontainebleau; chaque individu a été divisé en deux parties égales, dont l'une a été plantée à Fontainebleau dans la terre de La Garde et l'autre à La Garde dans un sol identique.

» Les modifications de morphologie extérieure que j'avais signalées dès 1899, après une seule saison de végétation, n'ont fait que s'accentuer; et au bout de trois ans, tous les plants cultivés près de Toulon avaient déjà pris l'aspect que possèdent les individus de même espèce croissant naturellement dans la région méditerranéenne.

» 1° *Comparaison des deux climats.* — Pour comprendre quelle signification l'on peut attribuer aux modifications anatomiques obtenues, il est essentiel de comparer les conditions climatériques des deux régions où ont été établies les cultures.

» La moyenne de la température pendant une période de 20 années (1877-1896) dans la région parisienne est de 9°,3; cette moyenne, à Toulon, est égale à 14°,3.

» Mais si l'on considère les parties des végétaux qui vivent seulement pendant toute une saison, la comparaison de ces deux nombres n'est pas celle qui nous intéresse. S'il s'agit des feuilles des arbres ou arbustes à feuilles caduques, par exemple, il faut faire intervenir la durée de la végéta-

([1]) GASTON BONNIER, *Cultures expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat méditerranéen* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 1207).

tion; or, en moyenne, l'apparition des feuilles se produit vers le 15 mars à Toulon, et la chute des feuilles vers le 1er décembre; tandis qu'en moyenne l'apparition des feuilles a lieu à Paris vers le 20 avril, et la chute des feuilles vers le 15 octobre. En fait, pour les espèces ligneuses mises en culture, la durée de la végétation des pousses feuillées a été de 260 jours à Toulon, tandis qu'à Paris elle n'a été que de 178 jours. Il en résulte que la somme des températures pendant la vie d'une feuille est représentée environ par le nombre 4600 pour Toulon et par le nombre 2750 pour la région parisienne. On peut presque dire que, dans la région méditerranéenne, la feuille a reçu deux fois plus de chaleur et que cette chaleur a été répartie pendant une saison végétative d'un tiers plus longue que celle de Paris. On conçoit que ces conditions soient favorables à une plus grande assimilation, à une plus grande transpiration, et aussi à une formation plus considérable des tissus secondaires.

» Il faut noter encore que les différences journalières de températures entre le maximum et le minimum sont moins grandes à Toulon qu'à Paris; la différence entre le maximum absolu et le minimum absolu y est aussi moins forte; cette dernière différence est de 64° pour Paris pendant une période de 20 ans, et seulement de 42°,2 pour Toulon pendant la même période. On voit donc que, d'une manière générale, les tissus ont à subir des variations de température beaucoup plus grandes dans la région parisienne que dans la région méditerranéenne qui est, à cet égard, une région extrêmement tempérée.

» Mais les différences climatériques les plus importantes sont celles relatives à la distribution des pluies. Si l'on ne considérait que la quantité d'eau tombée pendant toute l'année, en moyenne, on pourrait croire que la région de Toulon est beaucoup plus humide que celle de Paris. En effet, cette quantité d'eau est représentée par les nombres 708 pour Toulon et 527 pour Paris; or, ce qui nous importe le plus au point de vue de l'effet produit sur la végétation, ce n'est pas le total de la quantité d'eau tombée pendant l'année, mais la répartition des pluies depuis le premier printemps jusqu'à la fin de l'automne. On voit alors que, tandis que la quantité d'eau tombée varie très peu dans la région parisienne, la courbe mensuelle qui représente cette quantité d'eau tombée à Toulon s'élève à 65 en mars, avril et mai, s'abaisse brusquement en juin et juillet, tombe à 8 en août et se relève ensuite pour atteindre des ordonnées beaucoup plus hautes, en octobre (70) et novembre (100). Ainsi, le climat méditerranéen présente deux saisons de pluies bien déterminées : l'une au prin-

temps, l'autre à la fin de l'automne, séparées par une assez longue période de sécheresse pendant laquelle la végétation subit une sorte de ralentissement.

» Au point de vue de l'action de la lumière, la considération du nombre des jours pluvieux est également intéressante. Pendant les mois de juin, juillet, août et septembre, il n'y a que 3 à 5 jours pluvieux par mois à Toulon, et durant tous les autres jours le ciel est presque complètement découvert. Pendant les mêmes mois à Paris, il y a de 13 à 14 jours pluvieux par mois, et pendant les autres jours le ciel est tantôt nuageux et tantôt découvert. C'est là encore une nouvelle condition qui favorise les fonctions de la plante dans la région méditerranéenne.

» 2° *Modifications anatomiques obtenues.* — Si l'on considère d'abord les arbres ou arbustes (Hêtre, Marronnier, Robinier, Tilleul, Frêne, Lilas, Fusain, etc.) mis en culture expérimentale dans les deux régions, on constate, dans leurs divers tissus, les principales différences suivantes :

» D'une manière générale, dans la tige, le bois de printemps, formé en mars, avril et mai, est bien développé dans la région méditerranéenne et renferme de nombreux vaisseaux, souvent d'un calibre plus grand que ceux qui leur correspondent dans le plant de la même espèce, cultivé à Fontainebleau.

» Cette formation du tissu ligneux semble en rapport avec les pluies du printemps plus abondantes à Toulon qu'à Paris. La partie du bois qui fait suite à ces vaisseaux et qui se développe de juin à septembre renferme beaucoup plus de fibres dans les cultures de Toulon. Souvent même, tout l'anneau ligneux n'est composé que de fibres dans le bois qui correspond à cette période, tandis que le tissu formé à la même époque dans la région parisienne continue à produire de nombreux vaisseaux, çà et là entremêlés de fibres. Ce grand développement du tissu fibreux, dans toutes les espèces ligneuses cultivées à Toulon, coïncide nettement avec la période de sécheresse qui se produit dans la région méditerranéenne. En outre, dans presque tous les cas, chez les plants méditerranéens, on voit réapparaître quelques gros vaisseaux, formés tout à fait à la fin de la saison, en octobre et novembre, et qui paraissent correspondre à la seconde période de pluie. Il ne faut pas confondre cette formation avec la zone de vaisseaux plus gros qui se produit quelquefois en juillet et août, chez les plants cultivés à Fontainebleau, et qui dépend des pousses feuillées supplémentaires (sève d'août). En effet, pendant ces mêmes mois de juillet et d'août, les plants

méditerranéens ne produisent presque exclusivement que des fibres. De plus, en général, le tissu parenchymateux qui entoure le bois primaire est lignifié dans les plants de Toulon, tandis qu'il ne l'est pas dans les plants de Fontainebleau. Cette lignification du parenchyme s'effectue pendant la période de sécheresse.

» Il faut remarquer, d'autre part, que l'anneau ligneux de première année ainsi que les suivants sont devenus beaucoup plus épais dans les tiges de la région méditerranéenne; ce caractère correspond surtout à la plus longue période de végétation qui est, comme nous l'avons vu, de 260 jours à Toulon au lieu de 178 dans la région parisienne.

» Le plus souvent, le nombre des assises du péricycle est plus grand dans le plant de Toulon, tandis que le nombre des assises de l'écorce est au contraire plus faible; l'épiderme, lorsqu'il existe encore, a des cellules à cuticule plus épaisse et qui sont plus allongées perpendiculairement à l'axe de la tige.

» Quant aux feuilles de ces mêmes espèces arborescentes, elles sont devenues à Toulon d'un tiers ou de moitié plus épaisses qu'à Fontainebleau; le tissu en palissade y a acquis des cellules beaucoup plus allongées ou dans d'autres cas, il s'est produit deux ou trois assises en palissade au lieu d'une seule; en outre, les stomates sont plus nombreux et les nervures tertiaires ou même quaternaires sont plus saillantes et ordinairement entourées d'un anneau complet de sclérenchyme. Dans les nervures principales et dans le pétiole, on observe des différences analogues à celles que présente la tige. Ces modifications paraissent être évidemment en rapport avec la plus longue durée de la végétation ainsi qu'avec l'éclairement plus intense et surtout plus fréquent.

» D'autres adaptations peuvent être rapportées à la résistance qui se produit dans la feuille contre une transpiration trop active pendant la période de sécheresse. C'est, en effet, pendant cette période que l'on voit la cuticule s'épaissir beaucoup plus à Toulon qu'à Fontainebleau; il en résulte que les stomates nombreux, qui ont servi à une transpiration nécessaire pendant la période de pluie au printemps, se trouvent plus enfoncés au-dessous de la surface de la feuille, et souvent même presque complètement fermés. D'ailleurs, les jeunes branches présentent une adaptation analogue, avec un développement plus marqué du collenchyme sous-épidermique et une réduction du nombre des assises de l'écorce.

» Si l'on considère maintenant les nombreuses espèces vivaces herbacées dont les parties aériennes persistent pendant toute la saison, on

constate qu'il s'y produit toutes les modifications de structure qui ont été signalées par M. W. Russell [1] en examinant des échantillons croissant naturellement dans la région méditerranéenne. J'ai donc obtenu expérimentalement, en moins de trois années, la production de ces caractères d'adaptation qui se manifestent sur des plantes spontanées végétant depuis un temps très long dans la région considérée. De plus, par la manière dont j'ai opéré, j'ai éliminé toute erreur pouvant provenir d'espèces affines, puisque j'ai toujours comparé deux plants issus d'un même pied initial.

» D'ailleurs, j'ai vérifié que toutes les modifications obtenues avaient acquis la même intensité que chez les échantillons des mêmes espèces, croissant spontanément dans la région méditerranéenne.

» C'est ainsi qu'aux différences précédentes on peut encore ajouter les suivantes dans toutes ces espèces herbacées, pour les plants cultivés à Toulon : stomates plus nombreux sur la face supérieure des feuilles, cellules épidermiques engrenées entre elles, collenchyme plus abondant, poils plus développés ; autant de caractères qui semblent se rapporter aux différences signalées plus haut dans les conditions climatériques.

» Les espèces annuelles ou, d'une manière plus générale, celles dont les tiges aériennes meurent pendant la période de sécheresse, ne présentent pas toutes ces modifications de structure ; elles ont seulement des vaisseaux plus grands, des tissus chlorophylliens plus développés et des stomates plus nombreux, offrant ainsi pour leurs organes aériens tous les caractères d'une vie intense et rapide, qui évolue du 15 mars au 1er juin.

» D'autre part, j'ai installé soit dans des armoires vitrées inégalement chauffées, soit à des éclairements variés, soit dans de l'air plus ou moins sec, des expériences où l'une des conditions seule se trouvait modifiée. Les changements de structure obtenus ainsi, dans chacun des cas, sont venus confirmer les conclusions précédentes.

» Or, les plantes appartenant à des espèces exclusivement spéciales à la région méditerranéenne présentent en général, d'une manière exagérée, tous les caractères qui viennent d'être signalés.

» Il est très intéressant de remarquer que les modifications obtenues en transportant des plantes dans la région méditerranéenne se produisent toutes dans le même sens et avec les mêmes adaptations. »

---

(1) *Influence du climat méditerranéen sur la structure des plantes communes en France.* (*Annales Sc. nat.: Bot.*, 8e série, t. I, 1895, p. 323).

MÉCANIQUE. — *Des conditions nécessaires pour qu'un fluide soit en equilibre stable.* Note de M. **P. Duhem**.

« Les méthodes imaginées par M. Liapounoff et par M. Hadamard, et appliquées par ces géomètres à des systèmes qui dépendent d'un nombre limité de variables, peuvent s'étendre à certains systèmes fluides et indiquer que certaines conditions sont indispensables à la stabilité de ces systèmes.

» Comme exemple, nous traiterons ici le cas d'un fluide homogène et incompressible, dont les éléments sont soumis à des forces qui dérivent d'une fonction potentielle V et dont la surface terminale S_0 est soumise à une pression uniforme et constante.

» Soit n la normale à la surface S_0, vers l'intérieur du fluide. *Si* $\frac{\partial V}{dn}$ *n'est négatif en aucun point de la surface* S_0 *et est positif en tout point d'une aire d'étendue finie appartenant à cette surface, l'équilibre du fluide ne peut être stable.*

» Prenons le fluide en équilibre et, sans déranger aucun des points matériels qui le forment, imprimons à ces points des vitesses initiales. A l'instant t, le point matériel dont les coordonnées, en l'état d'équilibre, étaient x, y, z a pour coordonnées

$$x + a(x, y, z, t), \quad y + b(x, y, z, t), \quad z + c(x, y, z, t).$$

» Si l'équilibre du système était stable, on pourrait limiter supérieurement les vitesses initiales de telle sorte que l'on ait, quels que soient x, y, z, t,

$$(1) \qquad |a| < A, \quad |b| < A, \quad |c| < A,$$

A étant une constante positive arbitrairement choisie d'avance.

» D'autre part, la théorie des petits mouvements des fluides incompressibles nous enseigne que, si A ne surpasse pas une certaine valeur, on peut écrire

$$(2) \quad a = -\frac{\partial\psi}{\partial x}(1 + \lambda A), \qquad b = -\frac{\partial\psi}{\partial y}(1 + \mu B), \qquad c = -\frac{\partial\psi}{\partial z}(1 + \nu C),$$

λ, μ, ν étant trois fonctions de x, y, z, t dont la valeur absolue ne surpasse

pas une certaine limite F :

$$(3) \qquad |\lambda| < F, \qquad |\mu| < F, \qquad |\nu| < F,$$

et $\psi(x, y, z, t)$ étant une fonction qui vérifie les conditions suivantes :

» 1° En tout point de la surface S_0 qui limite le fluide en équilibre, on a

$$(4) \qquad \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} + \frac{\partial V}{\partial n}\frac{\partial \psi}{\partial n} = 0;$$

» 2° En tout point de la paroi immobile Σ, on a

$$(5) \qquad \frac{\partial \psi}{\partial n} = 0;$$

» 3° En tout point du volume ϖ, limité par les surfaces S_0 et Σ, on a

$$(6) \qquad \Delta\psi = 0;$$

» 4° En tout point du volume ϖ, à l'instant $t = 0$, on a

$$(7) \qquad \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}\right)_0 = 0.$$

» De (1), (2) et (3) on tire sans peine la proposition suivante :

» *Quelle que soit la quantité positive Ψ, on peut toujours limiter supérieurement les vitesses initiales de telle sorte que l'on ait, quels que soient x, y, z, t,*

$$(8) \qquad \left|\frac{\partial \psi}{\partial x}\right| < \Psi, \qquad \left|\frac{\partial \psi}{\partial y}\right| < \Psi, \qquad \left|\frac{\partial \psi}{\partial z}\right| < \Psi.$$

» Considérons l'expression, relative à la surface S_0 qui termine le fluide en équilibre,

$$(9) \qquad \Omega = \int \frac{\partial V}{\partial n}\left(\frac{\partial \psi}{\partial n}\right)^2 dS_0$$

qui n'est jamais positive; elle ne peut surpasser $\Psi^2 \int \frac{\partial V}{\partial n} dS_0$. Si donc l'équilibre du système est stable, on peut limiter supérieurement les vitesses initiales de telle sorte que l'on ait, quel que soit t,

$$(10) \qquad \Omega < M,$$

M étant une quantité positive arbitrairement choisie d'avance.

» L'égalité (9) donne

$$(11) \qquad \frac{d\Omega}{dt} = 2\int \frac{\partial V}{\partial n}\frac{\partial \psi}{\partial n}\frac{\partial^2 \psi}{\partial n\,\partial t} dS_0,$$

puis

$$(12)\qquad \frac{d^2\Omega}{dt^2} = 2\int \frac{\partial V}{\partial n}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial n\,\partial t}\right)^2 dS_0 + 2\int \frac{\partial V}{\partial n}\frac{\partial\psi}{\partial n}\frac{\partial}{\partial n}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\,dS_0.$$

» Mais l'égalité (4) donne

$$\int \frac{\partial V}{\partial n}\frac{\partial\psi}{\partial n}\frac{\partial}{\partial n}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\,dS_0 = -\int \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\frac{\partial}{\partial n}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\,dS_0,$$

tandis que les égalités (5) et (6) permettent d'écrire

$$\begin{aligned}\int \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\frac{\partial}{\partial n}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\,dS_0 &= \int \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\frac{\partial}{\partial n}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\,dS_0 + \int \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\frac{\partial}{\partial n}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\,d\Sigma \\ &\quad + \int \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\Delta\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\,d\varpi \\ &= -\int\left[\left(\frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial y}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial z}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)^2\right]d\varpi.\end{aligned}$$

» L'égalité (12) devient donc

$$(13)\qquad \left\{\begin{aligned}\frac{d^2\Omega}{dt^2} = {}& 2\int \frac{\partial V}{\partial n}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial n\,\partial t}\right)^2 dS_0 \\ &+ 2\int\left[\left(\frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial y}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial z}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)^2\right]d\varpi.\end{aligned}\right.$$

» Les égalités (4) et (7) montrent que, pour $t = 0$, $\frac{\partial\psi}{\partial n} = 0$; donc, selon les égalités (9) et (11), pour $t = 0$,

$$\Omega = 0, \qquad \frac{d\Omega}{dt} = 0.$$

» Selon l'égalité (13), $\frac{d^2\Omega}{dt^2}$ n'est jamais négatif; selon l'égalité (7), le second terme de cette expression de $\frac{d^2\Omega}{dt^2}$ est nul pour $t = 0$; mais nous pouvons prendre $\frac{\partial^2\psi}{\partial n\,\partial t}$ différent de 0, à l'instant $t = 0$, en tous les points où $\frac{\partial V}{\partial n}$ est positif; dès lors, pour $t = 0$, $\frac{d^2\Omega}{dt^2}$ est sûrement positif.

» Ces renseignements nous prouvent que Ω croît au delà de toute limite en même temps que t, ce qui est impossible, selon l'inégalité (10), lorsque l'équilibre est stable. Le théorème énoncé est donc démontré.

» La même méthode s'applique aux deux cas suivants :

» 1° Le fluide est homogène, compressible, de température uniforme et constante; ses éléments sont soumis à des actions extérieures newtoniennes

ou non-newtoniennes, qui dérivent d'une fonction potentielle; sa surface terminale est soumise à une pression uniforme et constante;

» 2° Le fluide est homogène, compressible, soumis à une pression uniforme et constante, et soustrait à toute autre action extérieure; à partir de l'état d'équilibre, il se meut de telle sorte que l'entropie spécifique soit une fonction de la température ou une constante, *la même en tous les points de la masse fluide*.

» Ces cas sont précisément ceux où la méthode de Lagrange et de Lejeune-Dirichlet permet de fixer complètement les conditions qui assurent la stabilité de l'équilibre; ces conditions *suffisantes* ne sont pas les conditions reconnues *nécessaires* par la méthode que nous venons d'esquisser. La détermination des conditions *à la fois necessaires et suffisantes* est loin d'être achevée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la vitesse avec laquelle les différentes variétés de rayons X se propagent dans l'air et dans différents milieux*. Note de M. R. **Blondlot**.

« Les rayons X sont, comme on sait, plus ou moins pénétrants, selon qu'ils sont émis par des tubes où le vide est plus ou moins avancé. Je me suis proposé de rechercher si ces différentes variétés de rayons X se propagent dans l'air avec la même vitesse.

» Ayant pris d'abord un tube très mou, donnant sur l'écran une ombre de la main où l'on ne pouvait aucunement distinguer les os, je déterminai par la méthode que j'ai décrite précédemment [1] le rapport de la vitesse des rayons X émis par ce tube à celle des ondes électriques; l'allongement donné aux fils de transmission étant de 30^{cm}, ce rapport fut trouvé égal à $\frac{31,2}{30} = 1,04$. Antérieurement, avec un tube de dureté moyenne, dont les rayons, non seulement faisaient voir les os dans l'ombre de la main, mais même traversaient tant soit peu ces os, j'avais, en donnant aux fils de transmission les mêmes longueurs, obtenu pour le rapport des vitesses le nombre $\frac{30,6}{30} = 1,02$.

» J'interposai ensuite sur le trajet des rayons X une plaque d'aluminium épaisse de 2^{cm} : à peine pouvait-on alors apercevoir sur l'écran une faible

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 666 et 721.

fluorescence, et, de cette façon, il ne passait que des rayons extrêmement pénétrants. L'action sur l'étincelle était très faible, mais encore visible, et je parvins à déterminer, sans beaucoup de précision toutefois, la position du tube correspondant au minimum d'étincelle pour une longueur des fils de transmission égale à 110^{cm} : la distance du tube à la coupure était alors *environ* $23^{cm},7$. Sans l'interposition de l'aluminium, elle était de $21^{cm},3$.

» Avec le plus dur de tous les tubes pouvant fonctionner dans mon appareil sans donner d'étincelles latérales, tube dont les rayons traversaient manifestement les os de la main, j'ai obtenu la distance $22^{cm},3$.

» Toutes ces observations montrent que, au degré d'approximation des mesures, les vitesses de propagation des rayons émis par tous mes tubes sont les mêmes.

» Déjà, d'après mes expériences antérieures, on pouvait s'attendre à cette égalité de vitesse des différentes variétés de rayons X : dans ces expériences, en effet, j'avais employé un tube de dureté moyenne, émettant par conséquent des rayons X de pénétrations diverses; or, il est clair que si ces rayons avaient des vitesses de propagation différentes, il n'y aurait pas eu de maximum de l'étincelle, puisque, chacune des radiations tendant à en faire naître un à une distance différente, la superposition n'eût donné qu'un résultat confus.

» L'absence de réfraction des rayons X indique que leur vitesse est indépendante des milieux où ils se propagent. Il m'a, néanmoins, paru intéressant de comparer directement ces vitesses. Pour cela, ayant donné aux fils de transmission une longueur arbitraire mais constante, j'ai déterminé la position du tube correspondant au minimum d'étincelle; puis, après avoir interposé entre le tube et l'étincelle la substance dans laquelle je voulais étudier la propagation, je répétais la détermination. Toujours la position du tube s'est retrouvée la même, aux erreurs d'expérience près. Voici quelques valeurs de la distance du tube (de dureté moyenne), correspondant au maximum d'étincelle.

» Propagation à travers :

L'air	21,3
Un bloc de hêtre de 6^{cm}	20
» paraffine de 5^{cm}	21,3
Une colonne d'essence de térébenthine de $6^{cm},5$	22,4
» d'huile de vaseline de $6^{cm},5$	21,7

» Avec le plus dur de mes tubes, la distance correspondant au mi-

nimum $22^{cm},3$, resta exactement la même après l'interposition d'un bloc de paraffine épais de $9^{cm},5$.

» La conclusion définitive des observations rapportées dans la présente Note est que, dans les limites des conditions et des erreurs des expériences décrites, la vitesse de propagation des différentes variétés de rayons X dans les différents milieux est égale à celle de la lumière dans l'air. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le pouvoir germinatif des graines exposées à la lumière solaire.* Note de M. Emile Laurent.

« Les rayons solaires, surtout les plus réfrangibles, ont une action nuisible, souvent mortelle, sur les cellules vivantes des organismes inférieurs : les cellules végétatives des Bactéries et des Levures ainsi que les spores des Bactéries, des moisissures et du charbon des céréales, exposées au soleil en présence d'oxygène, sont tuées au bout de quelques heures.

» Cette action paraît être en relation avec les phénomènes d'oxydation de diverses substances organiques étudiés par M. Duclaux.

» Il y a déjà longtemps que je me suis demandé si les graines des plantes supérieures, à l'état de repos, sont également sensibles aux rayons solaires. Les expériences actuelles remontent à l'année 1895. Depuis lors M. Tine Tammes (¹) a fait des essais analogues aux miens, mais qui ont donné des résultats négatifs. Plus récemment encore, M. V. Jodin (²) a repris cette étude et a conclu que, pour les graines non desséchées de Cresson alénois, la résistance à la radiation paraît dépendre beaucoup plus de l'action calorifique que de l'action lumineuse.

» Mes expériences ont été faites pendant une période de vive insolation (fin mai à commencement de juillet 1895) sous un ciel presque toujours très clair et par un soleil ardent.

» Le 29 mai de cette année, des graines de diverses espèces furent exposées en couche mince au soleil dans des tubes à essais soigneusement nettoyés. Ceux-ci sont disposés en plein soleil, presque horizontalement sur une planchette recouverte d'un papier blanc et sont fermés par un tampon de coton.

(¹) *Landwirt. Jahrbücher,* Bd. XXIX, 1900, p. 467.

(²) *Comptes rendus,* t. CXXXV, 1902, p. 443.

» Voici les espèces mises en observation :

» *Triticum vulgare* (Froment Dattel), de 1894. *Secale cereale* (Seigle de Zélande), de 1894. *Brassica nigra* (Moutarde noire d'Alsace), de 1888. *Sinapis alba* (Moutarde blanche). *Lepidium sativum* (Cresson alénois). *Trifolium repens* (Trèfle blanc). *Taraxacum officinale* (Pissenlit), de 1894. *Hieracium murorum,* de 1894. *Hieracium petræum,* de 1894. *Hieracium tridentatum,* de 1894. *Sonchus oleraceus,* de 1894. *Senecio vulgaris,* de 1894.

» Il y avait quatre tubes de graines de chacune des six premières espèces et un seul des autres.

» Les akènes de *Taraxacum, Hieracium, Sonchus* et *Senecio* avaient été choisis à cause de leur petitesse et de leur couleur plus ou moins foncée, conditions favorables à la pénétration de la radiation.

» Les journées des 29 et 30 mai, 1er, 2, 3 et 4 juin furent favorisées par un soleil ardent; néanmoins la température ne dépassa pas 43°, 5 à l'intérieur des tubes. Le 31 mai et le 5 juin, le ciel fut couvert tout le temps.

» Le 5 juin, on retira un tube des espèces suivantes : Froment, Seigle, Moutarde blanche et noire, Cresson alénois et Trèfle blanc. Les graines furent mises en germination sur du papier humide au fond de cristallisoirs, comparativement avec des graines de même origine, mais non insolées.

» Aucune différence n'a été constatée dans la rapidité de la germination ni dans le pouvoir germinatif des semences des deux catégories.

» Le temps fut couvert le 6 juin et les tubes ne furent remis au soleil que le 7 au matin.

» Les 7, 8, 9, 10, 12, 13, 17 et 18 juin, la radiation fut très vive; mais il n'en fut pas ainsi les 6, 11, 14, 15 et 16 juin, jours de temps couvert ou pluvieux.

» Le 19 juin au matin, on retira un tube des espèces examinées le 5 du même mois et l'on mit les graines germer à côté des graines témoins non exposées au soleil.

» Le 21, après 48 heures, aucune différence ne fut constatée dans les semences de Cresson alénois, de Seigle et de Froment. Les graines de Moutarde blanche et de Trèfle insolées sont nettement en retard; la plupart de celles de Moutarde noire ne germent pas, tandis que beaucoup des témoins de cette espèce sont développés.

» Les 19 et 20 juin furent pluvieux et les tubes à essais furent gardés au laboratoire; le 21 au matin, ils furent remis en plein soleil. Ce jour-là et le suivant furent bien clairs.

» Le 22, on a mis en germination une partie des akènes insolés de *Taraxacum,* des trois espèces d'*Hieracium*, de *Sonchus* et de *Senecio*, à côté de semences non insolées de même origine. Aucune différence ne fut observée chez le *Senecio* et le *Sonchus* mais bien chez les *Hieracium* et le *Taraxacum*.

» Ainsi le 26 juin, les graines insolées d'*Hieracium tridentatum* avaient un léger retard. Sur 12 akènes de *Taraxacum* insolés, un seul germe, et il en est 10 sur 31 parmi ceux qui ne furent pas exposés au soleil qui se développent. Chez le *H. murorum*, 2 akènes insolés sur 36 germent et 7 sur 40 dans les témoins.

» Enfin pour l'*H. petræum,* 1 semence sur 40 insolées est en germination et parmi les témoins 6 sur 50.

» Les expériences ont été continuées jusqu'au 2 juillet. Les 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30 juin et le 1er juillet le ciel fut très clair et le soleil assez ardent.

» Les derniers tubes furent retirés le 2 juillet au matin et les graines de toutes les espèces furent mises en germination, en même temps que des graines de même origine conservées à l'obscurité.

» Après 24 heures, il y avait un léger retard dans la germination du Cresson et de la Moutarde blanche, mais non chez le Seigle. Cette différence n'est plus sensible après deux jours. Le retard est plus manifeste chez le Froment, le Trèfle et la Moutarde noire. Cependant la proportion de graines germées chez le Cresson, la Moutarde blanche et le Froment était la même dans les deux catégories. Au contraire, au cinquième jour, sur 100 graines de Moutarde noire insolées, 42 ont germé, tandis que sur 100 graines témoins 67 se sont développées.

» Pour le Trèfle, 36 pour 100 des graines insolées sont restées inertes et 12 pour 100 seulement parmi celles qui n'avaient pas subi l'influence du soleil.

» Enfin le 10 juillet, on a mis fin à l'expérience en comptant les akènes des composés qui avaient germé :

	Akènes au soleil pour 100.	Akènes témoins pour 100.
Taraxacum officinale...............	0	66
Hieracium petræum................	12	64
Hieracium tridentatum..............	8	36
Senecio vulgaris....................	75	92

» Il n'y avait plus de semences de *Sonchus oleraceus* ni de *Hieracium murorum*.

» La lumière solaire exerce donc sur les semences des plantes supérieure, à l'état de graines nues ou de fruits secs, une action nuisible, qui se manifeste d'abord par un retard dans la germination, puis par la mort des embryons.

» En général, les graines assez volumineuses (Seigle, Froment) ou à téguments clairs (Moutarde blanche) sont moins sensibles à la radiation que les plus petites, surtout que celles pourvues d'enveloppes foncées. »

Notice sur M. Millardet, par M. **Bornet**.

« La Section de Botanique a perdu, le 15 décembre, un de ses Correspondants nationaux dont le nom est attaché, d'une manière indissoluble, à la reconstitution du vignoble français.

» Né à Montmirey-la-Ville (Jura), le 3 décembre 1838, Pierre-Marie-Alexis Millardet fit ses premières études à Dôle et à Besançon. Il vint ensuite à Paris où il fut reçu, en 1861, licencié ès sciences naturelles. Désireux de s'initier à d'autres méthodes de recherches et d'enseignement que les nôtres, il alla passer 4 années dans les Universités de Heidelberg et de Fribourg-en-Brisgau, où il eut pour maîtres les savants illustres qui se nommaient Hofmeister, Sachs et de Bary.

» Ses premières publications montrent qu'il était capable d'entreprendre et de mener à bien des études très diverses. En peu d'années il donna ses recherches sur l'accroissement du corps ligneux dans les *Yucca* et les *Dracœna;* sur le développement en épaisseur des membranes cellulaires; des Notes sur divers Cryptogames; une étude sur la matière colorante des Algues bleues et des Diatomées; des recherches sur les mouvements des feuilles de la Sensitive. Du Mémoire classique intitulé : « Le prothallium mâle des Cryptogames vasculaires » résulte que la différence considérable qu'on admettait alors entre ces plantes et les Phanérogames est moins profonde en réalité. M. Millardet prouve qu'il existe entre les deux groupes un plan de structure commun et qu'ils s'enchaînent par une série de gradations. Les observations ultérieures ont confirmé la justesse de ces conclusions.

» Après avoir été professeur suppléant à Strasbourg, puis chargé de cours à Nancy, il fut nommé, en 1876, professeur titulaire de Botanique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Il arrivait en pleine crise phylloxérique. Chargé par la Commission du Phylloxéra d'étudier les Vignes sau-

vages des Etats-Unis au point de vue de leur résistance à l'insecte, il s'acquitta de sa tâche avec la rigueur scientifique et les qualités d'observateur et d'expérimentateur qu'il avait acquises au laboratoire.

» On savait, depuis les travaux d'Em. Planchon, que les Vignes américaines résistent au Phylloxéra. Mais on n'avait que des données insuffisantes sur les degrés de résistance. M. Millardet les détermina avec précision et fit connaître les détails des variations des espèces sauvages et leur valeur comme porte-greffes.

» Un des premiers il préconisa l'hybridation de la Vigne européenne avec les Vignes américaines. Pour sa part, avec l'aide de M. Grasset, il ne créa pas moins de 12000 hybrides. Si aucun d'eux n'a donné, comme les créateurs l'espéraient d'abord, un producteur direct capable de remplacer les anciens cépages français, quelques-uns, surtout parmi les hybrides provenant du croisement des Vignes sauvages entre elles, ont fourni des porte-greffes de première valeur. La plantation des espèces ou des hybrides résistants fut d'abord essayée un peu à l'aventure parce qu'on ignorait dans quelles conditions croissent chez elles les Vignes américaines. Mais lorsque M. Viala eut rapporté de sa mission aux Etats-Unis des renseignements précis sur les milieux où elles vivent, on sut quelles combinaisons devaient être réalisees pour que le produit fût à la fois résistant aux maladies et adapté aux exigences variables du sol où on le plante.

» Les viticulteurs doivent encore à M. Millardet des Études sur diverses maladies de la Vigne causées par les Champignons et en particulier par le *Peronospora* du Mildiou, mais, ce qui leur importait davantage, le moyen de les combattre avec efficacité. C'est ce qu'ils font depuis 1883 grâce à la découverte des bouillies cupriques dont l'emploi et les methodes d'application leur furent indiqués pour la première fois par MM. Millardet et Gayon.

» En terminant, je rappellerai ses recherches sur les faux-hybrides de Fraisiers qui reproduisent le type du père ou de la mère sans jamais réunir à la fois aucun des caractères distinctifs des deux espèces composantes. Ces curieux résultats, que l'auteur a aussi rencontrés dans les Vignes et dans les Ronces, ont fourni l'explication de faits que les producteurs d'hybrides avaient parfois observés et dont ils ne se rendaient pas compte.

» M. Millardet était Correspondant de l'Académie depuis 1888. Il avait remplacé Edmond Boissier. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Anomalies du champ magnétique terrestre sur le Puy de Dôme.* Mémoire présenté par MM. *B. Brunhes et David.* Rapport de M. **Bouquet de la Grye.**

« M. Moureaux nous a donné il y a quelques années des Cartes du Magnétisme en France sous ses trois formes, déclinaison, inclinaison, intensité, en utilisant les résultats obtenus dans 617 stations, et il avait vérifié qu'en divers points de notre territoire il existait des anomalies magnétiques extraordinaires. La région des puys, c'est-à-dire l'Auvergne, avait été soupçonnée par lui d'en renfermer, mais elle était restée en blanc sur ses Cartes. MM. Brunhes et David ont étudié l'été dernier un point particulier de cette région, le sommet du Puy de Dôme, et ils ont fait pour cela 58 stations dans une zone de 150^m autour de l'observatoire. Ils ont trouvé que la déclinaison est minimum à l'ouest où elle descend à 12° et maximum à l'est où elle remonte à 19°.

» La composante horizontale est minimum au nord de la Tour et maximum au sud et l'écart de deux points distants de 250^m est de 0,032. Le sommet du puy n'agit pas comme un centre de perturbation défini, c'est la montagne entière qui agit comme un pôle boréal.

» Une Carte accompagne le Mémoire de MM. Brunhes et David; elle donne les lignes isogones et de même composante horizontale. Nous ne pouvons qu'engager ces messieurs à poursuivre cette étude en l'étendant sur toute la région, ils y trouveront nombre d'anomalies analogues non seulement au voisinage des volcans mais aussi dans la plaine où l'on trouve des affleurements de roches volcaniques, et l'Académie ne peut qu'encourager une pareille recherche. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Emmanuel de Martonne* ayant pour titre : « La Valachie, essai de monographie géographique. (Présenté par M. de Lapparent.)

M. **Cannizzaro**, Mme **Curie**, MM. **Commenge**, **Driencourt**, **Gaillot**, **Grignard**, **Grimbert**, **de Grossouvre**, **Guilbert**, **Hartwig**, **Imbeaux**, **de la Baume-Puvinel**, **Lemoine**, **Le Roux**, **Loisel**, **Marquis**, **M. Monnier**, **d'Ocagne**, **Peyroux**, **Ravaut**, **Romazotti**, **Rosenstiehl**, **Schulhof**, **Sven Hedin**, **de Tannenberg**, **Teisserenc de Bort**, **Tournouer**, **Trépied**, **Vessiot**, **Vuillemin** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

Sur la demande de l'auteur du Mémoire intitulé : « De l'entraînement et de ses effets sur l'artilleur », présenté au concours Montyon de Statistique pour 1902, avec la devise : *Primo non nocere*, et qui a obtenu une mention honorable, le pli annexé au Mémoire est ouvert en séance par M. le Président.

L'auteur du Mémoire est M. **Cassedebat**, médecin-major au 29e d'artillerie, à Toulouse.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles observations sur les éruptions volcaniques de la Martinique*. Extraits de Lettres adressées par M. **Lacroix** à MM. Darboux et Michel Lévy.

« Fort-de-France, 23 novembre.

» Le 18, à 9^{h} précises du matin, nous avons vu subitement sortir de l'échancrure sud-ouest du cratère, dont les bords étaient cachés dans les nuages, une véritable cataracte de volutes de vapeurs très denses, d'un brun roux foncé; elles sont descendues dans le fond de la vallée de la rivière Blanche, puis, lorsqu'elles ont eu touché celle-ci, elles ont continué leur marche en rampant sur le sol jusqu'à la mer, tout en étant animées en même temps d'un mouvement plus lent d'ascension verticale. Ce nuage, formant des volutes qui ressemblaient à des balles de coton très serrées, marchait dans la direction horizontale avec la vitesse d'environ 1^{km} à la minute (6 minutes pour aller du cratère à la mer); il s'est élevé à environ 2000 mètres.

» Arrivé sur le bord de la mer, il s'est lentement diffusé à la surface de celle-ci, obscurcissant l'horizon pendant près de 2 heures.

» Je ne doute pas que nous n'ayons assisté à un phénomène comparable, quoique beaucoup moins intense, à celui qui a détruit Saint-Pierre.

» Quoi qu'il en soit, la vue de la sortie et de la marche de ce nuage était

un spectacle inoubliable, et surtout intéressant pour nous qui avons passé un si grand nombre de journées entières dans la vallée de la rivière Blanche et qui avons encore tant d'observations à y faire. Il y a là évidemment un nouveau et désagréable facteur, dont nous aurons à tenir compte désormais. Une éruption similaire avait eu lieu le 6, c'est-à-dire deux jours auparavant.

» Depuis quelques jours, les fumerolles des embouchures des rivières Blanche, Sèche, et des Pères ont repris par intermittence leur activité de la fin du mois de juin. »

« Fonds-Saint-Denis, 29 novembre.

» Hier, à $1^h 50^m$, nous avons assisté à la plus grosse éruption ; elle était du même type que celle du 18, décrite dans ma dernière lettre. En 9 minutes, l'espace de 6^{km} compris entre le cratère et la mer a été occupé par un épais nuage à contours nets se prolongeant à perte de vue sur la mer et montant à 3200^m. Les lourdes volutes grises rousses roulant les unes sur les autres comme des solides étaient des plus imposantes. Quand le nuage s'est dissipé, nous avons vu tout l'espace compris entre la rivière Blanche et Sainte-Philomène couvert de cendres blanches comme la neige avec beaucoup d'énormes blocs sur *les talus* bordant la rivière Blanche. Ces projections plongeantes partant du cratère paraissent devenir caractéristiques des éruptions ; je compte aller étudier de près ce qui est tombé, mais c'est trop dangereux par terre ; j'attendrai mardi soir, jour où j'ai un bateau à ma disposition.

» Un morceau du cône ayant environ 90^m de hauteur s'est détaché cette nuit, grâce à une fissure longitudinale produite au sommet, mais celui-ci reste à très peu de chose près à la même hauteur *voisine de* 1500^m.

» Fort-de-France, 10 décembre.

» Les communications, par télégraphie sans fil, avec la Guadeloupe, viennent d'être inaugurées. M. le capitaine Ferrié, qui avait été mis pour cela à ma disposition par M. le Ministre des Colonies, s'est acquitté avec le plus grand succès de sa tâche, ainsi que M. Magne, inspecteur des Télégraphes, qui a organisé le poste de la Guadeloupe.

» Jusqu'à présent, le volcan n'a introduit aucune perturbation constante dans les transmissions, bien que plusieurs éruptions se soient produites depuis le commencement des expériences. Des observations régulières vont du reste être faites à ce sujet et j'ai demandé au capitaine Ferrié de

vouloir bien rédiger, sur l'ensemble de ses opérations, une Note que l'Académie jugera probablement à propos de publier avec les autres résultats de la mission.

» J'envoie à M. Michel Lévy une Note sur les dernières éruptions qui sont extrêmement intéressantes, mais qui ne sont pas sans me gêner dans mes explorations; la rivière Blanche, où se trouve la clef de beaucoup de problèmes intéressants, étant devenue presque inabordable.

» Dans les ruines de Saint-Pierre, j'ai recueilli beaucoup de documents qui, pour n'avoir qu'un rapport indirect avec le volcan, n'en sont pas moins pleins d'intérêt au point de vue minéralogique.

Lettre de M. **Lacroix** *à M. Michel Lévy.*

« 10 décembre 1902.

» Depuis ma dernière Communication à l'Académie, les manifestations éruptives de la Montagne Pelée se poursuivent avec les mêmes caractères, c'est-à-dire sans grandes explosions, mais avec modifications incessantes du cône, production discontinue de blocs de lave et de nuages denses, charriant à la fois des cendres, des fragments et des blocs de lave. J'ai pu suivre ces diverses manifestations volcaniques d'assez près pour pouvoir en préciser les différents caractères.

» Le cône s'est très rapidement accru pendant la fin du mois de novembre et cet accroissement a été surtout caractérisé par la production d'une aiguille terminale, en forme d'obélisque à faces plus ou moins planes, qui a atteint environ 1500^{m} d'altitude. Au cours des éruptions du commencement de décembre, le sommet s'est peu à peu écroulé et a perdu ainsi environ 60^{m} de hauteur, mais au moment où sont écrites ces lignes (10 décembre), il reprend son mouvement ascendant.

» Les observations de nuit, faites, soit de l'observatoire, soit de la mer, à bord du *Jouffroy*, m'ont permis de suivre le mécanisme de la production du cône. Lorsque le temps est clair, on voit que la masse rocheuse formant le sommet du cône est parcourue de fentes, généralement verticales; elles sont lumineuses; la variété d'intensité lumineuse tient à l'afflux intermittent de matière fondue, dont on peut suivre la marche ascendante. De temps en temps, on voit, en outre, comme si la fente n'était pas assez large pour contenir la lave qui y circule, celle-ci s'échapper sous forme de blocs incandescents. C'est un magnifique spectacle que celui fourni par la vue de ces blocs lumineux tombant, au milieu de la nuit, des parois de l'aiguille,

et traversant les vapeurs ascendantes, sorties d'ouvertures plus basses et rendues elles-mêmes incandescentes par leur passage vis-à-vis des fissures.

» Mais ce n'est point par ces fissures du sommet du cône que sort la plus grande quantité de matière fondue: c'est de la jonction de l'aiguille et de son soubassement plus large (sur les flancs ouest et sud-ouest). Dans cette région du cône, on voit parfois subitement apparaître un ou plusieurs points, extrêmement brillants, qui se détachent brusquement et roulent sur un talus d'éboulis; après avoir été dirigé d'abord Est-Ouest, il contourne le piton du Petit-Bonhomme et aboutit à la rivière Blanche. Ces blocs, laissant derrière eux un sillage incandescent, se brisent peu à peu, fournissant ainsi un grand nombre de blocs plus petits qui se comportent chacun comme le bloc principal. Ces émiettements successifs de blocs incandescents peuvent être comparés à autant de gerbes terminant une fusée. Lorsqu'il y a à la fois plusieurs poussées de ce genre, les pentes du cône, dressées sur cet énorme piédestal qu'est la Montagne Pelée, semble couvertes par une cascade de feu.

» Cette production de blocs incandescents est à certains moments presque continue, mais plus souvent elle est masquée par une épaisse calotte de nuages; elle est due à l'arrivée lente de matière fondue en quantité trop peu considérable pour former une véritable coulée; le magma peu fusible se solidifie dès son arrivée à proximité de l'extérieur; l'andésite ainsi produite est poussée au dehors sous l'influence de la pression interne qui est continue. Ces blocs sont souvent énormes et ils peuvent parvenir jusqu'à la mer (c'est-à-dire à 6^{km} du cratère) avec des dimensions dépassant 100^{m^3}. Dans la nuit du 9 au 10 décembre, nous avons vu brusquement apparaître près de la côte un semblable bloc non loin de l'ancienne embouchure de la rivière Blanche. Il est resté vivement lumineux pendant plusieurs minutes, puis s'est refroidi lentement.

» Je m'étais demandé antérieurement si le cône s'accroissait uniquement par afflux de lave à son sommet ou si son aiguille terminale n'était pas en même temps soulevée par sa base; mes récentes observations me font éliminer cette dernière hypothèse; nous avons des preuves pour montrer que l'accroissement se fait en hauteur et en largeur, la base restant absolument stable. De plus, la base même du cône s'accroît aussi latéralement; le talus d'éboulis qui, au milieu de novembre, se voyait encore par l'échancrure sud-ouest du cratère, a été poussé en avant et s'est effondré dans le haut ravin de la rivière Blanche; il est remplacé maintenant par une paroi ro-

cheuse qui domine celui-ci; on y distingue quelques points lumineux, et il est probable que, s'il se produit à un moment donné une coulée, c'est là que sera son origine.

» Tous les phénomènes qui viennent d'être décrits se produisent d'une façon lente et presque continue, sans projection et sans dégagement considérable de vapeurs.

» Il me reste à m'occuper des nuages denses ou nuées ardentes, dont j'ai déjà signalé l'existence à l'Académie, et qui constituent, eux, un phénomène violent, discontinu.

» Ils sont généralement précédés par des grondements sourds s'entendant jusqu'à 15^{km} du volcan et peut-être même davantage sans qu'ils soient accompagnés de trépidation du sol.

» En mesurant l'intervalle de temps qui s'écoule entre la chute de gros blocs incandescents et la perception de ces grondements, j'ai acquis la certitude que ces bruits sont dus à des éboulements produits dans le cratère.

» Ces nuages lourds sont formés par une grande quantité de vapeur d'eau, entraînant à la fois de la cendre, des lapillis et des blocs de lave; ils ont comme origine les points de sortie des blocs incandescents, dont j'ai parlé plus haut, on les voit descendre le long du cône, s'engager dans la vallée de la rivière Blanche et rouler jusqu'à la mer. A partir du moment où ils ont atteint le fond de la vallée, ils sont en outre animés d'un mouvement ascensionnel, beaucoup plus lent; parfois cependant, au moment de la sortie du nuage, il se produit en outre une poussée verticale moins forte qui d'ordinaire monte le long de l'aiguille terminale.

» Ces nuages lourds sortent donc obliquement du cratère et sont animés d'un mouvement plongeant de haut en bas. Ils semblent en outre couler comme un liquide dans le lit de la rivière Blanche; c'est en effet dans celui-ci qu'après leur passage j'ai observé le maximum d'épaisseur de la cendre et la presque totalité des gros blocs. Arrivés au point de la vallée où celle-ci cesse d'être encaissée, les cendres et les blocs s'étalent pour former une sorte de delta.

» La vitesse de translation dans le sens de la vallée est en moyenne de 1^{km} à la minute, et il ne semble pas possible d'admettre que ces nuages soient dus au simple écroulement de parties importantes du cône, il me semble nécessaire d'admettre une force de projection assez considérable. Ils contiennent, en outre, une grande quantité de vapeur d'eau, car,

lorsque la majeure partie de la cendre qu'ils renferment est tombée, ils se transforment en nuages atmosphériques.

» Les plus gros de ces nuages, une fois arrivés au contact de la mer, deviennent plus épais encore, leurs volutes roulent les unes sur les autres avec plus de rapidité, ce qui paraît dû à une condensation rapide, produite par une différence de température. La proportion de cendres tombée ainsi sur le littoral est toujours considérable, comme nous avons pu nous en assurer peu de temps après le passage de ces nuages, avant que la pluie ou le vent ait pu modifier cet apport : les modifications de cet ordre sont très rapides et très variées.

» La quantité de cendres et de blocs charriés par ces nuages est énorme; ils ont comblé les ravins du haut de la vallée de la rivière Blanche, encaissés par des falaises de plus de 100^m et que j'ai encore parcourus au commencement de novembre. La basse vallée est aujourd'hui nivelée, comme par une chute abondante de neige. Ces cendres sont extrêmement mobiles, le moindre vent y soulève des tourbillons de poussière, on y enfonce comme dans un liquide; leur température, 7 jours après le passage d'un de ces nuages, était encore à 104° C. à $0^m,10$ de la surface et à 6^{km} du cratère. On s'explique dès lors pourquoi, après la moindre pluie, l'ancien trajet de la rivière est marqué par une traînée continue de vapeurs.

» La rivière elle-même a disparu et aucune de ses fumerolles ne fonctionne depuis quelques jours. Il est probable d'ailleurs qu'à la première série de pluies torrentielles, un nouveau lit va se creuser, comme nous l'avons déjà vu à plusieurs reprises au cours de notre précédente mission.

» La chute des cendres n'est pas localisée à la seule vallée de la rivière Blanche, elle a couvert d'une couche uniforme tout l'espace compris entre celle-ci et le Prêcheur. Elle est extrêmement fine et j'ai pu suivre par elle le mécanisme de cette curieuse structure globulaire que j'ai signalée dans une de mes précédentes lettres à l'Académie, comme très caractéristique des cendres actuelles de la Montagne Pelée. Cette structure se produit toutes les fois qu'une pluie de très courte durée (insuffisante pour humecter entièrement le sol) tombe sur une cendre fine et chaude, avec des alternances de soleil, permettant une dessiccation rapide. Le 8 décembre, nous avons vu ainsi, sur près de 5^{km}, la couche de cendres entièrement transformée en petits granules de la grosseur d'un grain de millet qu'il était facile d'isoler.

» Les cendres des éruptions qui nous occupent sont extrêmement

blanches, les lapillis et les blocs qu'elles contiennent sont tous de même composition, sans aucun mélange avec ces fragments arrachés aux parois de la cheminée, qui sont si fréquents dans les grandes explosions précédentes.

» La lave produite actuellement est une andésite à hypersthène d'un gris clair, riche en verre, tantôt compacte et tantôt âpre au toucher; les types très vitreux sont moins abondants que le mois dernier, la ponce est relativement peu fréquente, alors qu'elle a été le principal produit rejeté, *dans cette même région*, le 9 juillet et le 30 août.

» Je noterai en terminant l'absence complète, dans les nuages denses, de bombes à périphérie vitreuse fendillée, ce qui indique bien nettement que les blocs qu'ils renferment sont partis entièrement solides du cratère, à l'inverse de ce qui s'est passé dans les grandes explosions verticales. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d (1902), faites à l'Observatoire d'Alger (équatorial coudé de* 0m,318 *d'ouverture)*, par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1902.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Déc. 3..........	*a*	9,2	−1.15,03	+ 3.14,7	15:10	S
3..........	*a*	9,2	−1.15,71	+ 3.32,8	15:10	R
6..........	*b*	8,1	+0.56,35	− 2.19,7	15:10	S
6..........	*b*	8,1	+0.55,89	− 2.10,0	15:10	R

Positions apparentes des étoiles de comparaison.

Dates. 1902.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1902,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1902,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 3.......	*a*	7.18.40,18	+4,23	− 1.55.19,7	−12,4	AG Nicolajew n° 2148
6.......	*b*	7.15.37,70	+4,32	− 1.24.49,1	−12,8	AG. Nicolajew n° 2132

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1902.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Déc. 3....	10.46.53	7.17.29,38	$\bar{1},593_n$	− 1.52.17,4	0,732
3....	11.48.46	7.17.28,70	$\bar{1},486_n$	− 1.51.59,3	0,736
6....	9.44.26	7.16.38,37	$\bar{1},643_n$	− 1.27.21,6	0,727
6....	10.14.36	7.16.37,91	$\bar{1},616_n$	− 1.27.11,9	0,729

ASTRONOMIE. — *Observations des Perséides, Léonides et Biélides, faites à Athènes en* 1902. Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

« Les *Perséides* ont été observées, cette année, à Athènes pendant 6 jours de suite, du 8 au 13 août, par un ciel très beau. Le maximum de leur chute a eu lieu le 11 août, de 15^h à 16^h; en général, elles ont été moins nombreuses que dans les cinq dernières années.

» Voici les résultats de nos observations :

Dates. 1902.	Heure.	Nombre de météores.	Nombre horaire.	Radiants.
8 août.....	$8^h.30^m-12^h.45^m$	18	4	$\alpha = 45^\circ, 43^\circ.$ $\delta = 55, 42.$
9 »	10. 0-14.30	28	6	$\alpha = 48, 40, 44^\circ, 40^\circ.$ $\delta = 57, 59, 54, 54{,}5.$
10 »	9.30-16. 0	68	10	$\alpha = 45, 40.$ $\delta = 53, 55{,}5.$
11 »	9. 0-16. 0	150	21	$\alpha = 44, 54, 58.$ $\delta = 56, 40, 45.$
12 »	9. 0-16. 0	99	14	$\alpha = 42, 40, 45.$ $\delta = 53, 56, 58.$
13 »	9. 0-13. 0	15	4	$\alpha = 40.$ $\delta = 55.$

» Le grand nombre des radiants, que nous donne régulièrement, depuis plusieurs années, le tracé sur les cartes spéciales des météores observés avec précision, et l'impression produite en général chez l'observateur par l'ensemble des Perséides relatives, qu'on voit tomber pendant les soirées d'observation, font croire que le radiant de cet essaim, qui est situé près de η Persée, n'est pas un point, mais toute une aire, ayant une étendue assez grande.

» Les météores, appartenant au radiant situé près de α Persée, étaient rouges et brillants, tandis que ceux de η Persée avaient en général un éclat faible et une couleur jaune rougeâtre.

» Pendant les mêmes soirées, on a vu tomber quelques étoiles filantes des constellations du Bélier, de la Girafe, de Cassiopée, du Triangle et d'Andromède.

» A cause du mauvais temps on n'a pu observer les *Léonides* que le 15 novembre, par un ciel beau. On n'a vu que 17 météores, de 12^h à 18^h; la lumière de la pleine Lune entravait beaucoup les observations;

on ne voyait que les étoiles jusqu'à la 3me grandeur. Les radiants observés sont :

$$\alpha = 152^\circ \qquad 149^\circ,$$
$$\delta = +22^\circ \qquad +23^\circ.$$

» Les *Biélides*, par suite du mauvais temps aussi, n'ont été observées que le 24 novembre, par un beau ciel; la Lune était âgée de 24 jours. De 7^h à 17^h on a vu seulement 9 météores, qui ont émané du radiant suivant :

$$\alpha = 24^\circ,5 \qquad 22^\circ,$$
$$\delta = +42^\circ \qquad +45^\circ.$$

» En outre, on a observé quelques météores, qui sont tombés de Persée et du Triangle.

» Ces observations ont été faites avec l'aide de MM. Ferzakis, Maris et Nicolaou. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Poincaré.

« Une fonction entière $F(x)$ étant donnée, on peut souvent, si elle est de genre fini, reconnaître *a priori* qu'elle ne se trouve pas dans le cas d'exception réservé par le théorème de M. Picard, c'est-à-dire qu'il ne peut pas exister de constante a [ou même de polynome $p(x)$], tels que l'équation

$$F(x) = a \qquad \text{ou} \qquad F(x) = p(x)$$

n'admette qu'un nombre fini de racines.

» C'est, en effet, ce qui arrive toutes les fois que le mode de croissance de $F(x)$ n'est pas celui de e^{x^h}, où h est un entier.

» Il m'a paru intéressant de rechercher si l'on ne pourrait pas trouver, même pour les fonctions de genre infini, une pareille *règle d'exclusion*, en se fondant sur une remarque bien connue et qui vient d'être appliquée par M. Fabry [1] à la distribution des zéros d'une fonction entière. Cette remarque est la suivante : si l'on a, sur le contour où les fonctions $f(x)$ et $\varphi(x)$ sont régulières.

$$\left|\frac{\varphi(x)}{f(x)}\right| < 1,$$

(1) *Bull. Soc. math. Fr.*, t. XXX, 1902, p. 172.

les deux fonctions $f(x)$ et $f(x)+\varphi(x)$, ont, dans cette aire, le même nombre de racines.

» Une telle règle existe effectivement, et cela non seulement pour les fonctions entières, mais aussi pour les fonctions de la forme

$$F(x)+F_1\left(\frac{1}{x}\right) \tag{1}$$

[$F(x)$ étant une fonction entière et F_1 une série entière à rayon de convergence non nul], de sorte qu'elle est applicable à l'étude d'une fonction analytique au voisinage d'un point essentiel.

» Pour l'obtenir, soient [comme dans un précédent article (¹)]

$$\Sigma a_m x^m \tag{2}$$

la fonction donnée [m variant de 0 à $+\infty$ s'il s'agit d'une fonction entière, de $-\infty$ à $+\infty$ dans le cas de la fonction (1)]; $\mu = \mathrm{L}\left|\frac{1}{a_m}\right|$; P, le polygone de Newton circonscrit aux points (m, μ). Considérons un sommet de ce polygone, le côté qui arrive en ce sommet ayant pour équation

$$\mu = \beta - m\alpha,$$

et le côté qui en part

$$\mu = \beta_1 - m\alpha_1.$$

» Soient $\rho = e^{\alpha-\alpha_1}$; $u = |x|e^{-\alpha_1}$; $v = \frac{1}{|x|}e^{\alpha}$, de sorte que, pour un choix convenable de $|x|$, les nombres ρ, u, v sont plus petits que 1 et que l'on a

$$uv = \rho. \tag{3}$$

» Nous appliquerons la remarque précédemment rappelée en prenant pour $f(x)$ la quantité $a_m x^m$ et pour $\varphi(x)$ l'ensemble des autres termes, tant précédents que suivants, de la série (2), On a alors aisément

$$\left|\frac{\varphi(x)}{f(x)}\right| < \frac{u}{1-u} + \frac{v}{1-v}.$$

» Or, on peut rendre le second membre de cette inégalité inférieur à 1, tout en satisfaisant à l'équation (3), si l'on a

$$\rho < \frac{1}{9}. \tag{4}$$

(¹) *Bull. Soc. math. Fr.*, t. XXIV, 1896, p. 186.

» Si cette dernière inégalité est vérifiée par une infinité de sommets du polygone, la loi de condensation des racines de la fonction (2) est aussi rapide que le comporte la loi de décroissance des coefficients. Comme d'ailleurs, en ajoutant une constante ou un polynome, on ne change qu'un nombre fini de côtés du polygone P, on voit bien que cette fonction ne rentre pas dans le cas d'exception que comporte le théorème de M. Picard.

» Au reste, le seul fait que, sur le cercle de rayon $|x|$, le rapport du module maximum de la fonction à son module minimum reste fini suffit pour montrer qu'il en est ainsi, et cela même pour le cas où l'on ajoute à $F(x)$ non plus un polynome, mais une fonction entière quelconque, croissant moins rapidement que la première.

» Si nous changeons le sens du mot *angle*, en convenant de désigner comme l'angle de deux directions de coefficients angulaires α et α_1, la différence de ces coefficients angulaires, il résulte de ce qui précède que, *pour une fonction appartenant au cas d'exception, les angles du polygone de Newton sont, à partir d'un certain rang, tous inférieurs à* L_9.

» Comme nous l'avons dit en commençant, il existe manifestement des fonctions à croissance aussi élevée qu'on le veut, pour lesquelles cette condition n'est pas remplie.

» Il semble d'ailleurs à peu près évident que cette limite L_9 n'est pas la véritable [1] et que les angles en question doivent tendre vers *zéro*. C'est ce que l'on peut espérer établir par l'emploi d'artifices connus : mais je n'entreprendrai pas aujourd'hui cette démonstration. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque relative à ma Note* Sur la représentation approchée des fonctions. Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

« Dans les recherches de ma Note du 17 novembre 1902 j'ai introduit, par une inadvertance, une restriction inexacte qui m'a empêché de déduire les conséquences intéressantes de la méthode proposée. Je crois devoir corriger mon inexactitude et étudier la question dans toute sa généralité.

---

[1] Il est clair que l'on peut arriver à des résultats plus précis s'il existe des coefficients nuls.

» Considérons l'intégrale $\int_\alpha^\beta p\psi\varphi_n dx$ de ma Note citée. On aura, pour chaque position de l'intervalle (α, β) à l'intérieur de $(\alpha, \beta_2) = \overline{\alpha\beta_2}$,

$$\int_\alpha^\beta p\psi\varphi_n\, dx = \varphi_n(\xi)\mathrm{M}, \qquad |\varphi_n(\xi)| < \varepsilon,$$

ε étant un nombre donné à l'avance. On peut démontrer que la valeur moyenne $\varphi_n(\xi)$ varie d'une façon continue de $\varphi_n(\xi_1)$ à $\varphi_n(\xi_2)$, lorsque le segment $\overline{\alpha\beta}$ se déplace de $\overline{\alpha\beta}$ à $\overline{\beta\beta_1}$ suivant l'axe des x, mais nous ne pouvons pas affirmer qu'il en sera de même du point ξ et *qu'il passera par tous les points du segment* $\overline{\xi_1\xi_2}$. C'est là l'assertion inexacte de ma Note du 17 novembre 1902. Mais on peut affirmer qu'il existe, en général, une infinité de points ξ à l'intérieur de $\overline{\alpha\beta_2}$ tels qu'on a

$$|\varphi_n(\xi)| < \varepsilon,$$

et cela quelle que soit la position du segment $\overline{\alpha\beta_2}$ et quel que petit qu'il soit.

» On en déduit le théorème suivant, en posant, pour plus de simplicité, $p(x) = 1$:

» *Il existe, en général, une infinité de points dans tout intervalle δ, si petit qu'il soit, situé à l'intérieur de l'intervalle donné (a, b), où la série de Lagrange (Fourier)*

$$(1) \qquad \sum_{k=1}^{\infty} \mathrm{A}_k \sin\frac{k\pi(x-a)}{b-a}, \qquad \mathrm{A}_k = \frac{2}{b-a}\int_a^b f(x)\sin\frac{k\pi(x-a)}{b-a}\,dx$$

converge vers $f(x)$, si cette fonction reste continue dans l'intervalle (a, b).

» Posons, pour plus de simplicité, $a = 0$, $b = \pi$. Soit x un point quelconque dans l'intervalle $(0, \pi)$. Prenons l'intervalle $(x, x+\delta)$ et désignons par ξ le point intérieur à cet intervalle, où la série (1) converge. Considérons les sommes

$$\mathrm{S}_n^{(1)}(\xi) = \sum_{k=1}^{n} \mathrm{A}_k \sin k\xi \,.\, e^{-k^2 t}, \qquad \mathrm{S}_n^{(1)}(x) = \sum_{k=1}^{n} \mathrm{A}_k \sin kx \,.\, e^{-k^2 t}, \qquad t > 0.$$

» On trouve, en choisissant convenablement le nombre δ,

(2) $$|S_n^{(1)}(x) - S_n^{(1)}(\xi)| < g\delta \sum_{k=1}^{n} ke^{-k^2t} < \varepsilon, \qquad t > 0,$$

(3) $$|f(x) - f(\xi)| < \varepsilon.$$

» D'autre part, en choisissant $n = \nu$ assez grand, on aura

(4) $$|f(\xi) - S_n^{(1)}(\xi)| < \varepsilon.$$

» Les nombres δ et n ainsi fixés, posons

$$t < \frac{\varepsilon g}{\nu^2(\nu+1)}.$$

» On aura

(5) $$|S_n^{(1)}(\xi) - S_n(\xi)| < \varepsilon,$$

(6) $$|S_n^{(1)}(x) - S_n(x)| < \varepsilon.$$

» Les inégalités (2), (3), (4) et (5) donnent

$$|f(x) - S_n^{(1)}(x)| < 4\varepsilon,$$

ce qui exprime le théorème de Weierstrass-Picard. En tenant compte de l'inégalité (6), on trouve encore

$$|f(x) - S_n(x)| < 5\varepsilon.$$

On peut donc toujours construire une suite finie $S_n(x)$ *de Fourier telle que la fonction continue* $f(x)$ *puisse être représentée en tous les points de l'intervalle donné par* $S_n(x)$ *avec l'approximation donnée à l'avance. C'est précisément le théorème énoncé à la fin de ma Note du* 17 *novembre* 1902.

» Si $f(x)$ admet une dérivée continue, le point ξ varie, en effet, d'une manière continue, lorsque le segment $\overline{\alpha\beta}$ se déplace suivant l'axe des x. Dans ce cas, la série de Fourier converge uniformément en tous les points de l'intervalle donné.

» Il importe de remarquer que *la méthode indiquée* est très générale : elle *s'applique plus spécialement aux séries trigonométriques, mais aussi aux cas beaucoup plus généraux et, en particulier, aux séries procédant suivant les polynomes de Tchébicheff.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule fondamentale de Dirichlet qui sert à déterminer le nombre des classes de formes quadratiques binaires définies.* Note de M. **Mathias Lerch**, présentée par M. Émile Picard.

« J'ai remarqué depuis longtemps que plusieurs résultats de Kronecker s'obtiennent avec très peu de calcul, si l'on envisage les quantités

$$(1) \qquad R(\omega, s) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{1}{(\omega+\nu)^s},$$

$$(2) \qquad K(a, b, c; s) = \sum{}' \frac{1}{(am^2 + bmn + cn^2)^s}$$

$$(m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \text{ excepté } m = n = 0),$$

où (a, b, c) est une forme positive du discriminant $-\Delta = b^2 - 4ac$, aux coefficients réels quelconques. En effet, on sait que la différence $R(\omega, s) - \frac{1}{s-1}$ est une fonction entière de s et j'ai démontré la même chose au sujet de la quantité

$$K(a, b, c; s) - \frac{2\pi}{\sqrt{\Delta}} \frac{1}{s-1},$$

dans mon Mémoire : « Sur les séries malmsténiennes » (*Académie de Prague*, 1891). Cela étant, la formule fondamentale de Dirichlet fournit la relation

$$(3) \qquad \sum_{(a,b,c)} K(a, b, c; s) = \tau \Delta^{-s} R(1, s) \sum_{r=1}^{\Delta-1} \left(\frac{-\Delta}{r}\right) R\left(\frac{r}{\Delta}, s\right),$$

qui subsiste dans tout le plan de la variable complexe s; ici (a, b, c) parcourt un système complet des représentants des différentes classes primitives et positives du discriminant négatif $-\Delta$ supposé fondamental, puis on a $\tau = 2$ à l'exception de $\Delta = 3$ où $\tau = 6$, et de $\Delta = 4$ où $\tau = 4$.

» D'après un théorème donné, en 1867, par Ernest Schroeder, on connaît les deux premiers termes dans le développement de Maclaurin

$$(4) \qquad R(\omega, s) = \left(\frac{1}{2} - \omega\right) + \log \frac{\Gamma(\omega)}{\sqrt{2\pi}} s + \ldots,$$

puis j'ai trouvé, dans le Mémoire cité plus haut, le développement analogue

$$(5) \quad K(a, b, c) = -1 - 2s \log\left[\frac{2\pi}{\sqrt{c}} H\left(\frac{-b+i\sqrt{\Delta}}{2c}\right) H\left(\frac{b+i\sqrt{\Delta}}{3c}\right)\right] + \ldots,$$

en désignant par $H(\omega)$ le produit infini

$$e^{\frac{\omega\pi i}{12}} \prod_1^\infty (1 - e^{2n\omega\pi i}).$$

» Au moyen de ces préliminaires on trouve aisément les deux premiers coefficients dans les développements par la série de Maclaurin des deux membres de l'équation (3). En comparant les termes constants, il s'ensuit immédiatement la formule connue

$$\text{(A)} \qquad \mathrm{Cl}(-\Delta) = -\frac{\tau}{2\Delta}\sum_{r=1}^{\Delta-1}\left(\frac{-\Delta}{r}\right)r,$$

le premier membre désignant le nombre des classes. La comparaison des termes en s fournit la relation

$$\text{(B)} \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\tau}{2}\sum_{r=1}^{\Delta-1}\left(\frac{-\Delta}{r}\right)\log\Gamma\left(\frac{r}{\Delta}\right) \\ &= 2\sum_{(a,b,c)} \log\left[\sqrt{\frac{2\Delta\pi}{c}}\, H\left(\frac{-b+i\sqrt{\Delta}}{2c}\right) H\left(\frac{b+i\sqrt{\Delta}}{2c}\right)\right]; \end{aligned}\right.$$

j'avais annoncé en 1897 (*Bulletin* de M. Darboux) qu'on peut l'obtenir d'une manière directe qui vient d'être exposée. Elle contient, pour $\Delta = 3$ et $\Delta = 4$, les résultats obtenus par M. Bigler au sujet des quantités $\Gamma\left(\frac{1}{3}\right)$ et $\Gamma\left(\frac{1}{4}\right)$.

» J'ai obtenu des résultats analogues pour les formes de discriminants positifs. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une application de la théorie des résidus au prolongement analytique des séries de Taylor.* Note de M. **Ernst Lindelöf**, présentée par M. E. Picard.

« 1. Soit $F(x)$ une fonction analytique holomorphe à l'origine, et

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots$$

son développement de Taylor en ce point, et désignons d'autre part, avec M. Mittag-Leffler, par A l'étoile principale relative aux constantes a et par $FA(x)$ la branche correspondante de $F(x)$. On peut se proposer de *trouver une fonction* $\varphi(z, \alpha)$, *dépendant d'un paramètre* α *et vérifiant la condition* $\lim\limits_{n=\infty} |\varphi(n, \alpha)|^{\frac{1}{n}} = 0$, *telle que,* α *tendant vers zéro, la fonction entière*

$$(1) \qquad a_0\varphi(0, \alpha) + a_1\varphi(1, \alpha)x + \ldots + a_n\varphi(n, \alpha)x^n + \ldots$$

tende uniformément vers $FA(x)$ *dans tout domaine intérieur à* A.

» On sait, d'après une remarque due à M. Borel, qu'il suffit de déterminer la fonction $\varphi(z, \alpha)$ de telle sorte que l'égalité

$$(2) \qquad \lim_{\alpha=0} \sum_0^\infty \varphi(n, \alpha)x^n = \frac{1}{1-x}$$

ait lieu uniformément dans tout domaine fini T n'ayant aucun point commun avec le segment $+1 \text{———} +\infty$ de l'axe réel. Or, pour résoudre ce dernier problème, on est conduit tout naturellement à faire usage de la théorie des résidus de Cauchy.

» 2. Considérant d'abord un cas particulier, nous montrerons que, α tendant vers zéro par des valeurs *positives,* on a uniformément, dans tout domaine tel que T,

$$(3) \qquad \lim_{\alpha=0} \sum_0^\infty \left(\frac{x}{n^\alpha}\right)^n = \frac{1}{1-x}.$$

Le théorème de Cauchy permet d'écrire

$$(4) \qquad \frac{1}{2i}\int_{\mathfrak{R}} \frac{e^{-\pi i z}}{\sin \pi z}\, \frac{x^z}{z^{\alpha z}}\, dz = \sum_1^v \left(\frac{x}{n^\alpha}\right)^n,$$

le contour $\mathfrak{R}$ étant par exemple un rectangle aux côtés parallèles aux axes des coordonnées, symétrique par rapport à l'axe réel, de hauteur $2h$, et dont les côtés verticaux passent respectivement par les points $z = \frac{1}{2}$ et $z = v + \frac{1}{2}$.

» Posons $z = \tau + it$ et $x = re^{i(\pi+\varphi)}$, de sorte que φ désigne l'angle formé par le rayon vecteur du point x avec l'axe réel *négatif;* on trouve

$$(5) \qquad \left|\frac{e^{-\pi i z}}{\sin \pi z}\, \frac{x^z}{z^{\alpha z}}\right| = \frac{1}{|\sin \pi z|}\, \frac{r^\tau}{(\tau^2+t^2)^{\frac{\alpha\tau}{2}}}\, e^{t\left(\alpha \arctan\frac{t}{\tau} - \varphi\right)}.$$

» En supposant $\varphi = 0$, $r < 1$, $0 \leqq \alpha < 1$, on en conclut d'abord que les parties de l'intégrale (4) qui se rapportent aux côtés horizontaux du rectangle $\mathfrak{R}$ s'évanouissent pour $\lim h = \infty$, et d'autre part que l'intégrale

$$\int_{\nu+\frac{1}{2}-i\infty}^{\nu+\frac{1}{2}+i\infty} \frac{e^{-\pi i z}}{\sin \pi z} \frac{x^z}{z^{\alpha z}} dz$$

tend vers zéro lorsque l'entier ν croît indéfiniment. De l'égalité (4) on pourra donc tirer la suivante (en supposant toujours $-1 < x < 0$, $0 \leqq \alpha < 1$) :

$$(6) \qquad 1 - \frac{1}{2i}\int_{\frac{1}{2}-i\infty}^{\frac{1}{2}+i\infty} \frac{e^{-\pi i z}}{\sin \pi z} \frac{x^z}{z^{\alpha z}} dz = \sum_0 \left(\frac{n}{n^2}\right)^n.$$

» Pour $\tau = \frac{1}{2}$, l'égalité (5) nous donne

$$\left|\frac{e^{-\pi i z}}{\sin \pi z} \frac{x^z}{z^{\alpha z}}\right| < 2^{1+\frac{\alpha}{2}} r^{\frac{1}{2}} e^{-\left(\pi - |\varphi| - \frac{\pi\alpha}{2}\right)|t|}.$$

» Fixons un angle σ aussi petit et une longueur λ aussi grande qu'on voudra, et faisons $0 \leqq \alpha < \frac{\sigma}{\pi}$; on aura, dans tout le domaine

$$(7) \qquad |\varphi| \leqq \pi - \sigma, \qquad r \leqq \lambda,$$

$$\left|\frac{e^{-\pi i z}}{\sin \pi z} \frac{x^z}{z^{\alpha z}}\right| < 2^{1+\frac{\sigma}{2\pi}} \lambda^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{\sigma}{2}|t|},$$

et l'on en conclut que le premier membre de l'égalité (6) définit une fonction analytique holomorphe dans le domaine (7) et que, par suite, l'égalité en question subsiste dans tout ce domaine, pourvu que $0 \leqq \quad < \frac{\sigma}{\pi}$.

» Or, pour $\alpha = 0$, l'égalité (6) devient

$$(8) \qquad 1 - \frac{1}{2i}\int_{\frac{1}{2}-i\infty}^{\frac{1}{2}+i\infty} \frac{e^{-\pi i z}}{\sin \pi z} x^z dz = \frac{1}{1-x},$$

et l'on s'assure immédiatement que, α tendant vers 0, la différence entre les premiers membres des égalités (6) et (8), et par suite aussi la différence

$$\sum_0^\infty \left(\frac{x}{n^\alpha}\right)^n - \frac{1}{1-x},$$

tend uniformément vers zéro, dans tout le domaine (7). Cette dernière

circonstance se présentant également dans le cercle $r \leqq 1 - \varepsilon$, quelque petit que soit ε, notre assertion relative à l'égalité (3) se trouve donc justifiée.

» 3. Nous arrivons ainsi au résultat suivant, qui ne laisse rien à désirer en fait de simplicité :

» *Lorsque α tend vers zéro, la fonction entière* $\sum_0^\infty a_n\left(\frac{x}{n^\alpha}\right)^n$ *tend uniformément vers* FA(x) *dans tout domaine fini intérieur à* A.

» Si on le préfère, on pourra donner à ce résultat la forme suivante :

» *α tendant vers zéro, le polynome* $\sum_0^{\nu_\alpha} a_n\left(\frac{x}{n^\alpha}\right)^n$ *tendra uniformément vers* FA(x) *dans tout domaine fini intérieur à* A, *si l'on choisit constamment* $\nu_\alpha > e^{\frac{1}{\alpha}\omega\left(\frac{1}{\alpha}\right)}$, *la fonction* $\omega\left(\frac{1}{\alpha}\right)$ *allant en croissant indéfiniment, d'ailleurs aussi lentement qu'on le voudra, lorsque α tend vers zéro.*

» Le résultat précédent, comme nous l'avons déjà dit, rentre comme cas particulier dans un théorème plus général, dont voici l'énoncé :

» *Soit $\varphi(z, \alpha)$ une fonction analytique de $z = \tau + it$ dépendant d'un paramètre positif α, et supposons*

» 1° *Que* $\lim_{n=\infty} |\varphi(n, \alpha)|^{\frac{1}{n}} = 0$, *pour* $\alpha > 0$;

» 2° *Que $\varphi(z, \alpha)$ soit holomorphe dans le demi-plan $\tau \leqq 0$;*

» 3° *Que, en tout domaine fini faisant partie de ce demi-plan, $\varphi(z, \alpha)$ tende uniformément vers l'unité lorsque α tend vers zéro;*

» 4° *Que, en posant $z = \rho e^{i\psi}$, on ait $|\varphi(z, \alpha)| < e^{K(\alpha)\rho}$ pour $|\psi| \leqq \frac{\pi}{2}$, la quantité* K$(\alpha)$ *tendant vers zéro en même temps que α.*

» *Dans ces conditions, la fonction entière* (1) *tendra uniformément vers* FA(x) *dans tout domaine fini intérieur à* A, *lorsque le paramètre α tend vers* 0.

» On pourra choisir par exemple $\varphi = \frac{1}{(\Gamma(z+1))^\alpha}$, ou encore $\varphi = \frac{\Gamma[z(1-\alpha)+1]}{\Gamma(z+1)}$, et l'on a alors une solution donnée par M. Le Roy. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une représentation plane de l'espace et son application à la Statique graphique*. Note de M. **B. Mayor**, présentée par M. Maurice Levy.

« Les théories de la Géométrie réglée permettent de résoudre, à l'aide de procédés simples et uniformes, les problèmes relatifs à l'équilibre des

solides. Il paraît dès lors nécessaire, si l'on désire étendre, d'une manière quelque peu systématique, les méthodes de la Statique graphique à l'étude des systèmes de trois dimensions, de rechercher un mode de représentation plane de l'espace approprié à la nature spéciale des figures réglées et qui, avant toute autre chose, respecte le caractère dualistique que présente la ligne droite dans l'espace.

» A cet effet, remarquons que l'ensemble d'une droite g et d'un point g', quelconques l'un et l'autre dans le plan Π où l'on se propose de représenter l'espace, constitue le plus simple des éléments dualistiques dans la géométrie du plan et susceptible, en outre, puisqu'il dépend de quatre paramètres, de représenter une droite quelconque de l'espace. Si donc on convient de désigner par la notation (g, g') un pareil élément et par (g) la droite de l'espace qu'il représente, il suffira, pour atteindre le but proposé, de déterminer la plus simple de toutes les correspondances *linéaires* qu'il est possible d'établir entre les éléments (g, g') et les droites (g). Les considérations suivantes permettent de résoudre ce problème.

» Lorsque la droite g de l'ensemble quelconque (g, g') demeure fixe, le point g' étant, au contraire, variable, la droite correspondante engendre dans l'espace une congruence dont l'ordre sera désigné par m, et la classe, par n; de même, g' étant supposé fixe, et g variable, (g) engendre une deuxième congruence d'ordre m' et de classe n'. A tout élément (g, g') correspondent ainsi deux congruences ayant en commun la seule droite (g), puisque la correspondance cherchée est assujettie à la condition d'être linéaire. On aura donc

$$mm' + nn' = 1,$$

et cette relation ne peut être satisfaite que par l'une ou l'autre des solutions

$$(a) \qquad n = n' = 1, \qquad mm' = 0;$$

$$(b) \qquad m = m' = 1, \qquad nn' = 0.$$

» Considérant tout d'abord la solution (a) et supposant, pour simplifier le mode de représentation et par raison de symétrie, que l'on ait séparément $m = m' = 0$, on démontre immédiatement que la correspondance cherchée s'obtient en établissant deux corrélations homographiques quelconques, d'une part entre les plans d'une première gerbe de centre quelconque S et les droites g de Π, et, d'autre part, entre les points g' de Π et les plans d'une deuxième gerbe dont le centre S', également quelconque,

doit, cependant, être supposé différent de S. L'élément représentatif d'une droite (g) est alors constitué par la droite et le point de Π qui correspondent aux plans des deux gerbes qui passent par (g); de cette manière à toute droite de l'espace correspond bien, en général, un élément représentatif unique et réciproquement.

» Le mode de représentation ainsi obtenu est susceptible d'une première simplification fondamentale. On l'obtient en assujettissant les deux corrélations homographiques à des relations telles que la condition de rencontre de deux droites définies par leurs éléments représentatifs, condition dont on connaît le rôle essentiel en géométrie réglée, se présente sous la forme la plus simple, Sans entrer dans le détail d'une discussion très élémentaire, il suffit d'indiquer ici qu'on obtient ce résultat lorsque la droite et le point de Π qui correspondent à un même plan quelconque du faisceau commun aux deux gerbes sont unis. Si l'on désigne alors par O le point commun à toutes les droites qui correspondent aux plans de ce faisceau, par E la droite engendrée par les points qui correspondent à ces mêmes plans; si l'on convient, de plus, pour faciliter le langage, d'appeler *ligne de fuite* d'un point de Π la droite qui joint ce point à O et *point de fuite* d'une droite de Π son point de rencontre avec E, on peut alors énoncer la proposition fondamentale qui suit :

» *Pour que deux droites définies par leurs éléments représentatifs* (g_1, g'_1) *et* (g_2, g'_2) *se coupent, il faut et il suffit que la ligne de fuite du point d'intersection de* g_1 *et de* g_2 *passe par le point de fuite de la droite qui joint* g'_1 *et* g'_2.

» On démontre encore facilement les propriétés suivantes qui mettent en évidence un nouvel élément géométrique dont le rôle est essentiel :

» *Lorsque les deux éléments représentatifs d'une même droite sont unis, cette droite appartient à un complexe linéaire que nous appellerons le* complexe directeur. Il faut toutefois excepter de cet énoncé le cas où la droite représentative passe par O, le point représentatif étant, en outre, situé sur E. Les droites correspondantes de l'espace, qui sont d'ailleurs incomplètement représentées, forment un complexe linéaire *spécial* dont le rôle est secondaire.

» *Lorsque deux droites de l'espace sont conjuguées par rapport au complexe directeur, leurs points représentatifs sont alignés sur* O, *leurs droites représentatives se coupent sur* E *et, enfin, le point représentatif de l'une quelconque d'entre elles et la droite représentative de l'autre sont unis.*

» Considérant, à présent, toutes les droites qui passent par un même point (P) de l'espace, on voit que leurs droites représentatives passent

par la projection P de ce point sur le plan Π, tandis que leurs points représentatifs sont alignés sur une même droite P'. De plus, la ligne de fuite de P et le point de fuite de P' sont unis et à tout élément de Π constitué par la réunion d'un point et d'une droite jouissant de cette propriété, élément que nous désignerons par la notation (P, P'), correspond, en général, un point (P) de l'espace, et un seul.

» En considérant de même un plan quelconque (α) comme formé par l'ensemble des droites qu'il renferme, on est conduit à le représenter par sa trace α et par la projection α' de son foyer sur Π, c'est-à-dire par les éléments qui définissent son foyer. D'après cela, un point et un plan de l'espace sont représentés de la même manière, ce qui ne peut donner lieu à aucune ambiguïté si l'on réserve, comme nous l'avons fait, les majuscules latines pour les points et les minuscules grecques pour les plans.

» Ajoutons que la solution (*b*) ci-dessus, que nous n'avons pas développée, conduirait à une représentation identique à celle qui précède en remplaçant chaque droite par sa conjuguée relativement au complexe directeur. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude de la magnétofriction du faisceau anodique.* Note de M. H. **Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans plusieurs Notes antérieures [1], j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie une série de phénomènes qui se produisent quand on fait agir un champ magnétique intense sur le flux cathodique ou sur le flux anodique des tubes à gaz raréfiés et qui sont inexplicables par les lois de l'électromagnétisme. Ils s'expliquent parfaitement par un frottement anisotrope que subiraient les particules en mouvement, très grand dans le sens perpendiculaire aux lignes de forces du champ magnétique et beaucoup plus faible ou nul dans le sens des lignes de forces. Pour rappeler cette propriété, je propose de donner à ces phénomènes le nom général de *magnétofriction* du faisceau cathodique ou anodique.

» L'objet de cette Note est de résumer l'étude que j'ai faite de la manière

---

(1) *Tubes de forces d'un champ magnétique rendus visibles par les rayons cathodiques* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 352). — *Des forces qui agissent sur le flux cathodique placé dans un champ magnétique* (*Ibid.*, p. 697). — *Action d'un champ magnétique intense sur le flux anodique* (*Ibid.*, p. 1046).

dont varie la magnétofriction d'un faisceau anodique suivant la pression et la nature du gaz.

» Les gaz étaient étudiés dans un tube cylindrique ayant environ 1^m de long et 17^{mm} de diamètre dont le milieu était placé entre les pièces polaires planes d'un fort électro-aimant Weiss distantes de $0^m,02$ et donnant un champ à peu près uniforme sur une longueur de $0^m,07$; les trous pratiqués dans l'axe des pièces polaires permettaient d'examiner le tube de côté. De cette façon, le faisceau anodique coupait à angle droit les lignes de forces du champ magnétique. Les gaz étudiés ont été l'hydrogène, l'oxygène, un mélange d'oxygène et d'hydrogène et enfin l'air sec. L'oxygène et l'hydrogène étaient préparés par l'électrolyse d'une solution de potasse; ils étaient desséchés par un séjour prolongé sur de la potasse en morceau, qui avait longtemps été maintenue à l'état de fusion.

» D'une façon générale, voici quels sont les phénomènes que l'on observe quel que soit le gaz.

» Si l'on augmente progressivement l'intensité du champ magnétique à partir de zéro, le faisceau anodique se resserre de plus en plus le long de la paroi du verre conformément aux lois de l'électromagnétisme, et forme en avant ou en arrière, suivant le sens du champ ou de la décharge, un filet d'autant plus mince que le champ est plus intense. Mais à partir d'une certaine intensité du champ, que je désignerai par H, le faisceau anodique se diffuse autour du filet, d'abord sous forme d'un nuage qui ne s'écarte pas beaucoup du filet, puis la diffusion augmente de plus en plus jusqu'à envahir toute la section du tube, quand le champ augmente d'intensité. Enfin le filet lui-même disparaît dans les champs très intenses et l'effet des forces électromagnétiques ne se manifeste plus que par une intensité lumineuse un peu plus grande sur le bord où était le filet, quand on regarde le tube de côté. Cette différence d intensité diminue, du reste, et tend à s'effacer lorsque le champ continue à croître. La partie diffusée ne présente jamais de stratifications; le filet ne peut en presenter que lorsqu'il est très large, dans les champs très peu intenses, par conséquent.

» Mais il y a une très grande différence entre les valeurs du champ qui donnent un des aspects qui viennent d'être indiqués suivant la pression et la nature du gaz. On en jugera par le Tableau suivant, qui indique pour l'hydrogène et pour l'oxygène les valeurs de H suivant la pression.

Valeur du champ à partir de laquelle la diffusion du faisceau due à la magnétofriction commence à apparaître.

	Hydrogène.			Oxygène.	
Pression (¹).	H.	Pression.	H.	Pression.	H.
20 mm	1740 C.G.S.	1,3 mm	390 C.G.S.	1,5 mm	supérieur à 7000 C.G.S.
16	1340	0,97	390	0,7	Id.

(¹) Les pressions inférieures à 2^{mm} de mercure étaient bien évaluées au moyen de

Hydrogène.				Oxygène.	
Pression.	H.	Pression.	H.	Pression.	H.
mm		mm		mm	
12	1090	0,70	390	0,54	2430 C.G.S.
10	1000	0,38	390	0,13	1580
7	920	0,14	390	0,03	300
4,6	840	0,03	390	»	»
3	570	0,0078	300	»	»
2	390	»	»	»	»

» Ainsi, à mesure que la pression diminue, l'intensité H du champ à partir de laquelle la diffusion commence à apparaître diminue aussi. Mais il y a une énorme différence entre les nombres correspondant à une même pression pour l'hydrogène et pour l'oxygène (si l'on excepte toutefois les pressions très faibles). J'ajouterai, pour mieux montrer la dissemblance des deux gaz, qu'avec une pression de $1^{mm},3$ de mercure et un champ de 7000 C.G.S., pour l'hydrogène la diffusion du faisceau anodique est complète, le filet n'étant plus visible, tandis que pour l'oxygène le faisceau est resserré en un mince filet très brillant sans diffusion appréciable. Pour qu'avec un champ de 7000 C.G.S. l'oxygène donne une diffusion complète, comme celle qui vient d'être indiquée pour l'hydrogène, il faut, au lieu de $1^{mm},3$, descendre jusqu'à une pression voisine de $0^{mm},13$.

» On voit par là que l'oxygène subit beaucoup plus difficilement les effets de la magnétofriction que l'hydrogène.

» Il était intéressant de voir si, dans un mélange, les effets sur les deux gaz se manifesteraient séparément. L'expérience a été faite sur un mélange à volumes grossièrement égaux d'oxygène et d'hydrogène; elles a montré qu'au point de vue de la magnétofriction un mélange se comportait comme un gaz unique jouissant de propriétés intermédiaires entre celles des composants : le spectroscope décelait les raies brillantes de l'hydrogène et les raies ou bandes beaucoup plus pâles de l'oxygène, aussi bien dans le filet que dans la partie diffusée qui l'entourait; pour les pressions totales $0^{mm},94$ et $0^{mm},46$, H fut trouvé respectivement égal à 3000 et 1100 C.G.S. L'air s'est comporté d'une façon analogue.

la jauge Mac Lead; mais les pressions égales ou supérieures à 2^{mm} n'étaient que grossièrement évaluées. Cela n'a aucun inconvénient, puisque le phénomène ne change que lentement avec la pression. D'autre part, le phénomène de l'apparition de la diffusion étant délicat à observer, les valeurs indiquées pour H ne sont déterminées qu'à plusieurs dizaines d'unités près.

» Dans cette Note, je n'ai exposé que des faits. Dans une prochaine Communication, j'indiquerai quelques conclusions qu'il me paraît légitime de tirer de ces expériences. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'émanation du phosphore.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. Mascart.

« On sait depuis fort longtemps que l'air placé au voisinage d'un bâton de phosphore devient conducteur de l'électricité. Mais ce phénomène n'a commencé à attirer l'attention des physiciens que dans ces dernières années, en même temps que les autres cas de conductibilité des gaz. Barus (*Phil. Mag.*, 1899-1902, *passim*) établit que l'*émanation* du phosphore est non seulement conductrice, mais possède la propriété de condenser la vapeur d'eau même non saturante; ses expériences sembleraient d'ailleurs prouver l'indépendance des deux phénomènes; de plus elles laissent sans réponse toutes les questions que l'on peut se poser sur la nature de la conductibilité. G. C. Schmidt (*Phys. Zeitschr.*, t. III, juillet 1902, p. 475) nie que l'on soit en présence d'une véritable *ionisation* et attribue la conductibilité à la convection de l'électricité par les produits d'oxydation du phosphore qui formeraient les nuages observés. Harms (*Phys. Zeitschr.*, t. IV, p. 111, novembre 1902) combat cette opinion par quelques expériences presque purement qualitatives.

» En présence de ces contradictions sur les points les plus essentiels, il m'a paru utile de faire connaître les premiers résultats des recherches que je poursuis sur ce sujet.

» Je me suis efforcé d'abord d'obtenir des phénomènes réguliers et par suite de rendre les mesures possibles. J'y suis parvenu en faisant passer, avec une vitesse constante sur du phosphore desséché et maintenu à la température ordinaire, un courant d'air rigoureusement sec. Cet air devient conducteur sans qu'il soit possible d'apercevoir dans le gaz vivement éclairé aucune poussière ou fumée; une pareille fumée ne se produit qu'à la sortie de l'appareil, au moment où l'émanation arrive au contact de l'air extérieur; il se forme alors un nuage de vapeur d'eau.

» En ce qui concerne la conductibilité électrique, j'ai établi d'abord, en envoyant le courant gazeux dans le champ d'un simple condensateur cylindrique, et en utilisant pour les mesures un électromètre à quadrants sensible, que le courant que l'on peut faire passer dans le gaz n'est pas proportionnel à la force électromotrice, mais qu'il tend vers un maximum (courant de *saturation*) quand la force électromotrice est suffisamment élevée. D'autre part, si l'on envoie l'émanation dans un tube cylindrique chargé à un potentiel élevé, et suivant l'axe duquel sont placées deux électrodes

isolées identiques, on constate que l'électromètre ne décèle plus aucun courant à la seconde électrode quand la première est reliée au sol. L'ensemble de ces faits justifie l'hypothèse d'une *ionisation* du gaz.

» La conductibilité, supprimée dans la dernière expérience par l'établissement d'un champ sur la première électrode, est supprimée *définitivement*, c'est-à-dire qu'elle ne reparaît pas plus loin dans le gaz par suite d'une prolongation possible de l'oxydation. Il est dès lors légitime d'appliquer au cas actuel une méthode telle que celle des courants gazeux (Zeleny) pour mesurer les *mobilités* des ions. Les mobilités obtenues, à peu près égales pour les deux espèces d'ions, sont extrêmement faibles, de l'ordre de $\frac{1}{300}$ de millimètre par seconde dans un champ de un volt par centimètre. Les ions actuels diffèrent donc beaucoup à cet égard des ions que l'on rencontre d'ordinaire dans les gaz; ils sont au contraire à rapprocher de ceux que Townsend a le premier signalés dans les gaz récemment préparés par voie électrolytique et qui possèdent justement des mobilités du même ordre que les précédentes (Townsend, *Phil. Mag.*, t. XLV, 1898, p. 125).

» Cette analogie est confirmée par l'étude des phénomènes de condensation. Comme ceux des gaz électrolytiques, les ions du phosphore condensent la vapeur d'eau même non saturante (contrairement aux ions ordinaires). Le nuage produit disparaît presque complètement si l'émanation a passé au préalable dans un long condensateur cylindrique à l'intérieur duquel on a créé un champ intense. Il est donc extrêmement vraisemblable que la vapeur d'eau se condense, au moins en grande partie, sur les ions. La même expérience réussit tout aussi bien avec l'hydrogène électrolytique, et ce fait confirme les idées de Townsend sur le rôle joué dans la condensation par les ions contenus dans les gaz, rôle qu'il n'avait mis en évidence que d'une manière assez indirecte, et qui avait été contesté par H.-A. Wilson (*Phil. Mag.*, t. XLV, 1898, p. 454). J'ai pu, dans le cas du phosphore, démontrer rigoureusement qu'une bonne partie du nuage se condense sur les ions, en plaçant, à l'exemple de C.-T.-R. Wilson, trois plateaux parallèles identiques au sein de l'émanation et en créant un champ intense et *uniforme* entre le plateau central et un latéral : le nuage disparaît seulement du côté où existe le champ.

» Signalons encore que les phénomènes de conductibilité électrique sont simplement *affaiblis* sans perdre aucun de leurs caractères par le passage de l'émanation au travers d'un tampon de coton de verre, d'une éprouvette à potasse solide, d'une solution de potasse, d'un barboteur à acide sulfurique pur, d'une solution concentrée d'iodure de potassium.

» *En résumé*, la conductibilité de l'air sec qui a passé sur le phosphore est due à des ions de très faible mobilité qui servent de noyaux de condensation à la vapeur d'eau même non saturante. Il faut réserver pour l'instant la question de savoir par quel mécanisme chimique ces ions sont produits, et si leur formation est liée à celle d'un composé défini tel que l'ozone ou un oxyde du phosphore, ou bien s'il s'agit d'une simple modification de l'oxygène. Cette question est évidemment liée à l'étude chimique précise

de l'oxydation du phosphore, sur laquelle nous n'avons actuellement que des données insuffisantes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'effet Hall et les mobilités des ions d'une vapeur salée.* Note de M. GEORGES MOREAU, présentée par M. Mascart.

« *Mobilité des ions.* — Dans une Note récente [1] j'ai indiqué le mécanisme de l'ionisation d'une flamme, chargée d'un sel alcalin par vaporisation d'une solution de concentration connue.

» On peut se proposer de déterminer les mobilités des ions produits. Une méthode indiquée précédemment [2] m'a fourni, pour les ions négatifs, une mobilité diminuant quand la concentration croît et *uniquement fonction de la nature du métal.* Pour les sels de K et de Na, dont la concentration est comprise entre 1^{mol} et $\frac{1}{256}$ de molécule par litre de solution vaporisée, elle varie de $660 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ à $1320 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ pour une chute de 1^{volt} par centimètre. La limite $1350 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ est la mobilité des ions négatifs de la flamme pure et chaude d'un bec Bunsen.

» La même méthode, appliquée aux ions positifs, donne $80 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$, quelle que soit la nature du sel ou la concentration. Pour la flamme pure, ce sera donc aussi $80 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$. Les ions négatifs sont notablement plus rapides que les ions positifs; ils ont donc une masse plus faible qui s'accroît avec la concentration. L'inégalité des mobilités est un fait général déjà observé chez les gaz ionisés par d'autres procédés; elle est seulement plus accentuée pour les vapeurs salines où les mobilités sont aussi plus considérables à cause de la haute température du milieu.

» *Effet Hall.* — Soit, dans une flamme, un champ électrique X parallèle à Ox et, suivant Oy, un champ magnétique H. Parallèlement à Oz, se produit, sous l'action de H, un champ électrique Z qui définit l'effet Hall. Le coefficient de rotation $R = \frac{Z}{HX}$ a été mesuré par Marx [3] pour les flammes chargées de KCl à différentes concentrations et pour NaCl.

---

(1) *Comptes rendus,* 24 novembre 1902.

(2) *Ibid.,* 30 juin 1902.

(3) MARX, *Wied. Ann.,* 1900.

» Avec la notion des ions, l'interprétation de R est simple. En admettant que le champ H exerce sur chaque ion chargé qui se déplace suivant Ox une action pondéromotrice électromagnétique, on établit (¹) la formule

$$\text{(I)} \qquad R = K_2 - K_1,$$

K_2 et K_1 étant les mobilités des ions positifs et négatifs.

» Cette formule n'est cependant qu'approximative, car on néglige les chutes de pression des ions qui s'établissent suivant Oz et qui diminuent légèrement R.

» Avec les valeurs que j'ai mesurées pour K_2 et K_1, on peut calculer R d'après (I) et le comparer aux nombres de Marx. Dans le Tableau suivant, R est évalué en C.G.S. :

	KCl.						NaCl.
Concentr.	Fl. pure.	$\frac{M}{64}$.	$\frac{M}{8}$.	$\frac{M}{4}$.	$\frac{M}{2}$.	2 M.	2 M.
-10^6R calc....	12,7	11	8,2	7	6,2	5,2	6,4
-10^6R obs....	10,2	non obs.	8,3	5,4	4,3	3,8	5,1

» Les valeurs calculées sont plus élevées que les valeurs observées, ce qu'on pouvait prévoir. Telle quelle, la formule (I) représente suffisamment bien l'allure du phénomène, si l'on tient compte des différences de température dans lesquelles les observations des mobilités et de R ont été faites, puisqu'on expérimente sur des flammes, c'est-à-dire sur des milieux facilement modifiables.

» Marx a étudié différents sels alcalins et a trouvé qu'à concentration égale le coefficient R dépend uniquement du métal, d'après la formule

$$\text{(II)} \qquad R\sqrt{M} = \text{const.},$$

où M est le poids moléculaire du métal. Puisque K_2 est notablement plus petit que K_1, on peut écrire

$$\text{(III)} \qquad K_1\sqrt{M} = \text{const.}$$

» Cette formule III est bien vérifiée par mes observations sur les mobilités du K et du Na. Elle est d'ailleurs une conséquence de la théorie de la diffusion des gaz, si la masse de l'ion négatif est égale ou supérieure à celle des molécules du milieu enflammé.

(¹) DONNAN, *Phil. Mag.*, 1898.

Conclusion. — La formule (I) fournit une interprétation cinématique de l'effet Hall que l'expérience vérifie : c'est la première fois qu'à ma connaissance cette preuve directe a été faite. La formule (II) ne fait que confirmer ce que mes propres observations ont établi, à savoir que l'ion négatif ne dépend que du métal de la vapeur. Il me paraît constitué d'un noyau provenant de la dislocation de l'atome métallique, qui groupe autour de lui d'autres atomes non ionisés, en nombre croissant avec la concentration. L'ion positif sera le reste de l'atome avec des molécules du milieu enflammé.

Ainsi s'explique l'influence prépondérante du métal qu'Arrhénius a observée dans la conductibilité des vapeurs salines. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel accumulateur électrique.* Note de M. **D. Tommasi**, présentée par M. H. Moissan.

« Les plaques de cet accumulateur se composent d'un cadre en plomb contenant un très grand nombre de lamelles également en plomb, très rapprochées les unes des autres, destinées à retenir la matière active et à y amener le courant dans ses différents points.

» Ces lamelles, par groupe de sept, sont disposées alternativement suivant deux directions rectangulaires ; les unes sont verticales, les autres horizontales.

» Par ces dispositions, la dilatation de la plaque se fait à la fois dans les deux sens et, par suite, elle est beaucoup moins sensible.

» Chaque plaque renferme 81 cases de 15^{mm^2} contenant, ainsi qu'il a été dit, 7 lamelles.

» Au centre de chaque case, la lamelle correspondante porte une petite bague de plomb destinée à permettre le passage de l'électrolyte et sa diffusion dans la matière active.

» La plaque est munie sur ses deux faces d'une lame diagonale en plomb, permettant au courant de se rendre directement dans tous les points de la plaque, assurant ainsi une répartition uniforme du courant.

» La matière active est introduite dans tous les espaces vides que présente la plaque et est retenue par les différentes lamelles qui traversent ces espaces vides.

» La matière active qui obstrue les petites bagues placées au milieu de chaque case est ensuite enlevée de façon que l'électrolyte puisse venir facilement en contact avec tous les points de la matière active.

» Cette disposition évite ainsi la formation de courants de concentration, par suite de la diffusion parfaite de l'électrolyte dans les différentes parties de la masse active.

» Les constantes de cet accumulateur peuvent se résumer ainsi :

Nombre de plaques	5
» positives	2
Longueur des plaques en millimètres	140
Largeur »	140
Epaisseur »	3
Poids total en grammes	2000
» de deux positives et de deux négatives	1600
Durée de la décharge en heures	5
Différence de potentiel moyenne utile en volts	1,9
Débit en ampères	6
» par kilogramme de plaques utiles (1)	3,8
Capacité en ampères-heure	2,8
» par kilogramme de plaques	17,75
Puissance en watts	11,4
» par kilogramme de plaques	7,1
Énergie en watts-heure	54,15
» par kilogramme de plaques	33,7

» Au régime d'un ampère par kilogramme de plaques, on arrive couramment à une capacité de 34 à 38 ampères-heure, soit 22 à 24 ampères-heure utilisables, toujours par kilogramme de plaques. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flammes.* Note de M. C. DE WATTEVILLE, présentée par M. Lippmann.

« On peut ranger en deux catégories principales les spectres que nous savons produire : ceux qui sont d'origine purement calorifique (flammes, etc.), et ceux qui sont d'origine électrique en même temps que calorifique (arc, étincelle). L'étude des premiers, seuls connus au début de la spectroscopie, a été, depuis, négligée comparativement à celle des seconds; elle laisse à désirer, en particulier, au point de vue des différences que présentent les spectres des parties constitutives de la flamme. On sait, en effet, qu'on trouve dans une flamme deux régions principales, le cône intérieur ou noyau, et la flamme proprement dite, qui, extérieure au précédent, l'enveloppe et s'y raccorde à l'orifice du brûleur. C'est à M. Gouy qu'est due la découverte de raies spectrales dans le noyau de la flamme produite par la

(1) Deux positives et deux négatives.

combustion d'un mélange de gaz d'éclairage et d'air chargé de poussières d'un sel métallique. Ces raies, qui appartiennent au spectre du métal considéré, peuvent ne pas être visibles dans la flamme proprement dite et n'apparaissent pas lorsqu'un sel est simplement introduit dans la flamme depuis l'extérieur. M. Gouy a d'ailleurs borné ses observations aux quelques raies existant dans la partie visible du spectre des différents métaux ([1]).

» D'après les conseils de M. le Professeur Schuster, qui a bien voulu me diriger au cours de ce travail, et m'accorder dans son magnifique laboratoire d'Owens College (Manchester) une hospitalité dont je lui garde la plus grande reconnaissance, j'ai repris cette étude pour la prolonger dans l'ultra-violet du spectre et, aussi, pour rechercher si certaines raies, trop faibles pour être observées à l'œil nu, seraient enregistrées par la photographie.

» Mes résultats, tout en confirmant ceux qui ont été obtenus avant moi par d'éminents expérimentateurs, tels que MM. Eder et Valenta et M. Hartley, les étendent très notablement, puisque, d'après leur mode même d'observation, les données de ces savants ne s'appliquent qu'à la partie externe de la flamme. En effet, un nombre considérable de raies, invisibles même quand on se sert du chalumeau à oxygène et gaz d'éclairage, apparaissent par le simple emploi de lait auquel le sel est préalablement mêlé.

» La méthode employée est essentiellement celle de M. Gouy, avec quelques très légères modifications, inutiles à décrire ici, et qui n'avaient d'autre but que de rendre le fonctionnement de l'appareil suffisamment automatique, pour ne pas exiger une attention trop constante de la part de l'opérateur pendant les 8 heures qui étaient nécessaires à la prise des photographies.

» M. Schuster a bien voulu me confier un beau réseau concave de Rowland, comprenant 15000 traits au pouce anglais et ayant une longueur utile de 3 pouces et demi. Grâce au rayon exceptionnellement court (1^{m}) de cet appareil et malgré sa forte dispersion, les raies ont une intensité lumineuse très notable. Sur les pellicules employées, une longueur de 1^{mm} correspond à une différence de longueur d'onde d'environ 16,8 unités d'Angström.

» Sans entrer dans les détails particuliers à chacun des 19 spectres des métaux étudiés (Li, Na, K, Cu, Ag, Mg, Ca, Zn, Sr, Cd, Ba, Sn, Pb, Bi, Cr, Mn, Fe, Co, Ni),

---

([1]) Gouy, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, 1879.

détails qui seront publiés prochainement, je me bornerai à l'énoncé des quelques conclusions suivantes :

» 1° Dans les conditions où je me suis placé, le spectre de flamme peut s'étendre assez loin dans l'ultra-violet. Ainsi, la raie 2269 de l'étain y est encore visible;

» 2° Toutes les raies observées dans la flamme sont communes aux spectres de l'étincelle et de l'arc; les raies caractéristiques de l'étincelle, dans laquelle elles sont parfois très fortes, ne se trouvent pas dans le spectre de la flamme;

» 3° Ce sont les raies les plus fortes de l'arc qui existent dans la flamme et il n'y a pas de changement relatif d'intensité entre des raies faisant partie des deux spectres d'arc et de flamme, quand on passe de l'un de ces spectres à l'autre;

» 4° Toutes les raies, *sans exception*, de la flamme sont celles qui subsistent dans l'étincelle rendue oscillante et étudiée par M. Hemsalech. Mais la réciproque n'est pas exacte, quoique celles des raies de l'étincelle oscillante qui manquent dans la flamme aient dans la première une intensité très faible et qu'il ne soit pas impossible qu'une prolongation du temps de pose pourrait les faire apparaître dans la photographie du spectre de la flamme;

» 5° Enfin, le spectre du noyau de la flamme des métaux du groupe du fer (Fe, Ni, Co, Mn) est *identique* à celui de l'étincelle oscillante, tant au point de vue de la présence des raies qu'à celui de leurs intensités relatives, si bien que le spectre de comparaison (étincelle oscillante), pris au milieu de chaque spectre de flamme, semble par endroits se confondre avec ce dernier.

» La température est-elle le seul facteur qui influe sur la constitution des spectres, ou leur caractère peut-il être modifié par des causes particulières, de nature électrique? On sait que la question est très discutée. La seconde hypothèse est la plus généralement adoptée; elle l'est, en particulier, par des autorités telles que MM. Kayser, Liveing et Dewar ([1]). Mes expériences semblent montrer cependant que c'est la température seule qui joue un rôle actif.

» En effet, on peut se demander à quoi est due, dans la flamme, la différence entre les spectres de ses deux parties, si elle provient d'un écart de la température de ces deux régions, ou si, peut-être, la transformation de la combinaison saline, dans son passage du milieu réducteur au milieu oxydant, ne libère pas, pendant un instant très court, à la surface du cône, de la vapeur métallique à une température plus basse que celle à laquelle elle existe ordinairement; mais, quoi qu'il en soit, le phénomène spectral dans la flamme est d'origine calorifique, et, vu la similitude des deux spectres, il en est probablement de même dans l'étincelle oscillante. C'est d'ailleurs à une simple différence de température que M. Hemsalech,

---

([1]) Kayser, *Handbuch der Spectroscopie*, t. II, p. 235.

dont l'opinion a été combattue depuis, attribuait la différence des spectres de l'étincelle oscillante et de l'étincelle condensée. »

CHIMIE. — *Sur la proportion de l'hydrogène dans l'air atmosphérique.* Note de M. ANATOLE LEDUC.

« M. A. Gautier m'a fait l'honneur de discuter avec détails mes observations relatives à la proportion de l'hydrogène dans l'air atmosphérique ([1]). Je demande la permission d'examiner les deux prémisses sur lesquelles repose son argumentation.

» I. D'après ce savant (p. 1028), j'aurais confondu sous le même signe d' deux densités, savoir : 1° celle de l'azote *atmospherique*, c'est-à-dire renfermant tous les gaz non absorbables par la potasse et les desséchants, *y compris par conséquent l'hydrogène et le formène,* et 2° celle de ce même azote atmosphérique *dépouillé de ces derniers gaz.*

» Or j'ai insisté à diverses reprises ([2]) sur ce qu'il fallait avoir soin, dans la préparation de l'azote atmosphérique, au moyen du cuivre au rouge, d'*oxyder préalablement ce dernier sur une longueur de* 10^{cm} *près de la sortie du gaz.* De cette manière l'hydrogène et ses carbures, d'où qu'ils viennent, sont entièrement transformés en eau et anhydride carbonique, que l'on absorbe ensuite comme chacun sait.

» Ce n'est donc point par inadvertance que j'ai employé le même symbole dans les deux équations reproduites par M. Gautier; d' y représente bien une seule et même chose : la densité de l'azote atmosphérique exempt d'hydrogène et de carbures.

» II. M. A. Gautier pense que, contrairement à ce que j'ai affirmé autrefois, le cuivre employé par Dumas et Boussingault dans leur célèbre analyse de l'air ne renfermait pas d'hydrogène. Or, j'ai démontré (*loc. cit.*) qu'il en contenait nécessairement.

» La précaution prise par eux de faire passer d'abord quelques litres d'air dans le tube à cuivre porté au rouge n'avait d'autre but, comme le prouve la citation de M. Gautier, que d'enlever toute humidité, et *elle ne pouvait avoir d'autre effet appréciable.*

» En effet, l'hydrogène forme avec le cuivre, ainsi que je l'ai montré,

---

([1]) A. GAUTIER, *Comptes rendus,* t. CXXXV, p. 1025 et A. LEDUC, *Ibid.*, p. 860.

([2]) A. LEDUC, *Comptes rendus,* CXIII, 1891, p. 71.

une combinaison très stable au-dessous du rouge [1]; *la tension de dissociation de cet hydrure ne devient importante qu'au-dessus du rouge sombre*, qui suffit à l'absorption complète de l'oxygène par le cuivre. Dans l'expérience préliminaire de Dumas et Boussingault, cet hydrogène n'était donc pas sensiblement éliminé, si ce n'est dans la partie oxydée. J'insiste sur ce que, pour se débarrasser entièrement de l'hydrogène, il faudrait, ou bien oxyder à peu près complètement le cuivre, ou bien faire passer un courant de gaz inerte pendant fort longtemps et à une température très élevée.

» En résumé, je n'ai donc rien à changer à mes précédentes conclusions [2]. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique de l'acide métaphosphorique.* Note de M. H. GIRAN.

« J'ai mesuré :

» 1° La quantité de chaleur dégagée dans la transformation de l'acide métaphosphorique en acide orthophosphorique par une méthode identique à celle qui m'a déjà servi pour étudier la transformation de l'acide pyrophosphorique en acide orthophosphorique, c'est-à-dire par l'action de l'acide sulfurique (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 961);

» 2° La chaleur de dissolution de l'acide métaphosphorique solide préparé par calcination de PO^4H^3;

» 3° La chaleur de dissolution du métaphosphate de soude fondu (métaphosphate soluble de Graham);

» 4° La chaleur de neutralisation de l'acide métaphosphorique par la soude.

---

(1) Divers auteurs ont signalé, après Melsens, la présence d'hydrogène *occlus* ou *condensé* dans le cuivre réduit (voir *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 1103). Ce sont sans doute ces termes un peu vagues qui ont fait croire qu'on pourrait déplacer l'hydrogène aussi facilement que l'humidité condensée dans le cuivre. M. Gautier écrit ailleurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, note de la page 25) que l'hydrogène est faiblement combiné, et se dégage totalement au-dessous du rouge. Je crois avoir nettement prouvé le contraire.

(2) J'ai montré qu'il convenait de rapporter les densités des gaz à l'oxygène et non à l'hydrogène, le choix de ce dernier gaz comme terme de comparaison excluant la précision du dix-millième. Notons que la densité par rapport à l'air de l'azote atmosphérique exempt d'hydrogène et de carbures est bien 0,97203, et non 0,9723. Celle du formène est 0,5545, et non 0,556. Enfin, la densité de l'hydrogène donnée par Regnault est 0,06926, et non 0,06949.

» J'ai obtenu les résultats suivants [1] :

	Cal
PO^3H sol. + H^2O liq. + aq. = PO^4H^3 diss	+12,91
PO^3H sol. + aq = PO^3H diss..................	+ 9,76
PO^3Na sol. + aq. = PO^3Na diss	+ 3,97
PO^3H diss. + NaOH diss. = PO^3Na diss.......	+14,84

» Thomsen avait déjà déterminé cette chaleur de neutralisation; il avait trouvé $+14^{Cal},51$.

» Si l'on ajoute à ces résultats ceux que j'ai donnés récemment à propos de l'acide pyrophosphorique; à savoir :

$P^2O^7H^4$ sol. + H^2O liq. = 2 PO^4H^3 sol.	$+6^{Cal},97$
$P^2O^7H^4$ diss. + H^2O liq. = 2 PO^4H^3 diss.	$+4^{Cal},25$

et si l'on tient compte de

PO^4H^3 sol. + aq. = PO^4H^3 diss......	$+2^{Cal},69$ (Thomsen)
Na sol. + aq. = NaOH diss. + H.	$+42^{Cal},40$ (M. Joannis)

on en déduit aisément les résultats thermiques suivants :

	Cal
PO^3H sol. + H^2O liq. = PO^4H^3 sol.........	+10,22
PO^3H diss. + H^2O liq. = PO^4H^3 diss.........	+ 3,15
2 PO^3H sol. + H^2O liq. = $P^2O^7H^4$ sol..... ...	+13,47
2 PO^3H diss. + H^2O liq. = $P^2O^7H^4$ diss........	+ 2,05
PO^3H sol. + Na sol. = PO^3Na sol. + H.....	+63,03 [2]

» Ce dernier résultat, se rapportant à des corps tous solides, mesure la véritable acidité de l'acide métaphosphorique; il est de l'ordre de ceux qui sont fournis par les acides forts. J'ai trouvé d'autre part (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1499) que l'acidité moyenne de l'acide pyrophos-

---

(1) Vers +15°.

(2) Pour calculer ce résultat, j'admets que, quand on neutralise par la soude une dissolution d'acide métaphosphorique, on obtient la même dissolution qu'en dissolvant du métaphosphate de soude fondu. Cette hypothèse me paraît seule admissible puisque le sel de soude fondu est le seul métaphosphate soluble, et que la neutralisation de l'acide ne donne aucun précipité. Elle est, d'ailleurs, conforme aux idées de Fleitmann qui considère l'acide métaphosphorique provenant de la calcination de PO^4H^3 comme de l'acide hexamétaphosphorique et le sel fondu de Graham comme de l'hexamétaphosphate de soude. De plus, j'ai constaté que, si l'on précipite par l'azotate d'argent une dissolution de métaphosphate fondu, ou bien une dissolution d'acide métaphosphorique neutralisée par la soude, on obtient dans les deux cas le même phénomène thermique.

phorique était mesurée par le nombre $+54^{Cal},11$, et M. de Forcrand a trouvé (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 610), pour celle de l'acide orthophosphorique, $+49^{Cal},38$. Les trois acides phosphoriques sont donc trois acides forts, dont l'acidité décroît régulièrement quand l'hydratation augmente.

» Les résultats précédents permettent encore de calculer la chaleur de formation de l'acide métaphosphorique à partir de ses éléments. On trouve :

$$P + O^3 + H = PO^3H \text{ sol} \ldots\ldots \quad +224^{cal},88; \qquad \text{diss} \ldots\ldots \quad +234^{cal},64.$$

Dans ce calcul, j'ai dû faire intervenir la chaleur de formation de l'acide orthophosphorique mesurée par Thomsen :

$$P + O^4 + H^3 = PO^4H^3 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +304^{cal},1.$$

A cause de l'incertitude de ce résultat, il y a lieu de faire, sur la chaleur de formation de l'acide métaphosphorique à partir de ses éléments, les mêmes réserves que j'ai déjà formulées à propos de celle de l'acide pyrophosphorique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sources de gaz minérales.* Note de M. CH. MOUREU, présentée par M. H. Moissan.

« Depuis la brillante découverte de l'argon par lord Rayleigh et Ramsay en 1894, l'attention des physiciens et des chimistes s'est portée, un peu partout, sur les nombreuses sources gazeuses qu'on rencontre dans la nature. Bornons-nous à rappeler, à cet égard, les recherches de M. Bouchard sur les eaux de Cauterets (1895) ([1]), nos propres expériences pratiquées la même année sur le gaz de Maizières (Côte-d'Or) ([2]), celles qui furent effectuées en 1896 par MM. Bouchard et Desgrez sur la source de Bagnoles-de-l'Orne ([3]) et par M. Schlœsing fils sur le grisou ([4]), et les recherches toutes récentes de M. Moissan sur les gaz volcaniques de la Martinique ([5]). Ces études restaient, à différents points de vue, intéressantes à poursuivre.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 392.

([2]) *Ibid.*, t. CXXI.

([3]) *Ibid.*, t. CXXIII, p. 969.

([4]) *Ibid.*, t. CXXIII, p. 233.

([5]) *Ibid.*, Séance du 15 décembre 1902.

» Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie les analyses de cinq sources de gaz minérales de la région pyrénéenne. Quatre sont du versant français : ce sont les sources Peyré, d'Ogeu (Basses-Pyrénées); Nehe ou Fontaine-Chaude, de Dax (Landes); Trou des Pauvres, de Dax (Landes); et Vieille, d'Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées). La cinquième est la source Saint-Augustin, de la célèbre station de Panticosa, située sur le versant espagnol, en Aragon.

» Dans toutes, le gaz est très riche en azote et s'échappe spontanément, au griffon de la source, par bulles plus ou moins volumineuses.

» Les échantillons ayant été recueillis et transportés avec toutes les précautions nécessaires pour éviter leur mélange avec l'air, nous avons étudié les divers gaz, dans le laboratoire de M. Moissan, d'après la marche suivante :

» Une analyse ordinaire est d'abord faite sur la cuve à mercure. On absorbe l'acide carbonique par la potasse et l'oxygène par le pyrogallate de potasse. Ces deux gaz sont toujours en faible proportion, et le résidu présente les caractères généraux de l'azote.

» L'argon et ses congénères ne peuvent se trouver que dans l'azote résiduel. On combine l'azote au calcium, et le nouveau résidu est soumis à l'analyse spectrale. En pratique, le gaz naturel brut était d'abord laissé en contact prolongé successivement avec de la potasse hydratée et de la potasse fondue; ainsi débarrassé d'acide carbonique et parfaitement desséché, il était ensuite chauffé au rouge sombre, conformément à la méthode de M. Maquenne, en présence d'un mélange intime de chaux anhydre (5 parties) et de magnésium bien sec (3 parties), mélange qui fixait à la fois l'azote et l'oxygène. On faisait enfin l'examen spectroscopique dans des tubes de Plucker à électrodes d'aluminium, sous une pression de 2^{mm} à 3^{mm} de mercure [1].

» Les cinq gaz naturels examinés nous ont tous donné des résidus non absorbables. Pour 100^{vol} de gaz sec, la source Peyré a laissé $0^{vol},9$ de résidu ; la source Nehe, $1^{vol},6$; la source Trou des Pauvres, $1^{vol},2$; la source Vieille, $1^{vol},8$: la source Saint-Augustin, $1^{vol},2$. Chaque résidu nous a montré, au spectroscope, les raies caractéristiques de l'argon.

» M. Deslandres a bien voulu compléter cette étude spectrale. En dehors de l'argon, dont la présence y a été confirmée, les sources Peyré, Nehe, Trou des Pauvres et Saint-Augustin, n'ont rien offert de particulier. Dans la source Vieille, par contre, M. Deslandres a mis en évidence, outre l'argon, une certaine proportion d'hélium. Nous ajouterons, relativement à cette même source, que diverses raies ont été vues qui ne paraissent appartenir ni à l'argon, ni à l'hélium; elles seront identifiées ultérieurement.

---

(1) Les détails opératoires paraîtront prochainement dans le *Bulletin de la Société chimique*.

Nous avons été habilement secondé, au cours de ces délicates manipulations, par M. Rigaut, préparateur à la Sorbonne, à qui nous adressons nos plus vifs remercîments.

» On voit, en résumé, que les diverses sources examinées, très riches en azote, renferment de l'argon, et que la source d'Eaux-Bonnes contient, en outre, de l'hélium.

» Il est intéressant de comparer ces analyses avec celles qui ont été déjà faites de divers gaz naturels. Ce rapprochement met immédiatement en relief la source de Maizières (Côte-d'Or), étudiée par nous en 1895 : le gaz qui s'en échappe par grosses bulles au griffon renferme, en effet, une énorme proportion (environ 8 pour 100) d'un mélange d'argon et d'hélium; il se trouve être actuellement la source d'hélium la plus riche qui soit connue.

» La voie d'introduction de l'argon et de l'hélium dans les eaux minérales a déjà été discutée par M. Bouchard et par MM. Troost et Ouvrard [1], qui ont écarté la possibilité d'une origine souterraine. Cette opinion s'impose pour l'hélium, qui n'existe pas dans l'air, et que l'on obtient facilement par le traitement de la clévéite et de quelques autres minéraux. Quant à l'argon, l'idée de sa provenance souterraine nous semble toute naturelle, après les récentes et belles expériences de M. Armand Gautier sur les roches ignées, d'où il a pu retirer de l'argon par la seule action de l'eau à température peu élevée [2]. Il est probable que l'argon et l'hélium existent dans le sous-sol sous forme de composés métalliques peu stables, qui seraient facilement destructibles par l'action combinée de l'eau et de la chaleur.

» L'intérêt de ces recherches est loin d'être épuisé. Le crypton, le néon et le xénon, trois nouveaux gaz que M. Ramsay vient de découvrir dans l'air, doivent se rencontrer ailleurs, et, ne fût-ce qu'à ce point de vue, il y aura lieu, à l'avenir, de soumettre tous les gaz naturels au plus minutieux examen. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les cryolithes.* Note de M. E. Baud.

« I. *Cryolithe sodique hydratée.* — A une solution neutre de fluorure d'aluminium (1^{mol} dans 24^{lit}) placée dans le calorimètre, j'ai ajouté une dissolution de fluorure de sodium ($6NaF$ dans 24^{lit}). Il se produit un précipité gélatineux et translucide, à peine visible. Séché sur plaque poreuse, il a pour composition $Al^2F^6, 6NaF, 7H^2O$.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 798.

[2] *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXV, p. 403.

» Il est un peu soluble, 100^{gr} d'eau en dissolvent $0^{gr},352$ à $+16^{o}$. Sa chaleur de dissolution vers $+16^{o}$ est de $-25^{Cal},87$. En faisant les corrections nécessaires pour tenir compte de cette solubilité, on trouve pour la chaleur de précipitation :

Al^2F^6 dissous $+ 6NaF$ dissous $= Al^2F^6, 6NaF, 7H^2O$ précipité.......... $+26^{Cal},22$

» Connaissant les chaleurs de dissolution de $Al^2F^6, 7H^2O$ et de $6NaF$ on trouve

$Al^2F^6, 7H^2O$ solide (soluble) $+ 6NaF$ solide $= Al^2F^6, 6NaF, 7H^2O$ solide. $+19^{Cal},29$

» II. *Cryolithe potassique hydratée.* — Avec le fluorure de potassium la réaction est identique. Le précipité est gélatineux, blanc et opaque, mais non translucide comme le précédent. Il est un peu soluble : 100^{gr} d'eau en dissolvent $0^{gr},385$ à $+16^{o}$; sa chaleur de dissolution vers $+16^{o}$ est de $-40^{Cal},64$. Toutes corrections faites, on trouve pour la précipitation :

Al^2F^6 dissous $+ 6KF$ dissous $= Al^2F^6, 6KF, 7H^2O$ précipité............ $+37^{Cal},62$

d'où l'on déduit :

$Al^2F^6, 7H^2O$ solide (soluble) $+ 6KF$ solide $= Al^2F^6, 6KF, 7H^2O$ solide.. $+55^{Cal},89$

» III. *Fluorure double ammonique.* — En opérant comme pour les précédentes précipitations, c'est-à-dire en versant $6AzH^4F$ dissous dans Al^2F^6 dissous, on n'obtient pas une véritable cryolithe ammonique, mais un fluorure double hydraté

$$Al^2F^6, 4AzH^4F, 3H^2O.$$

» Ce composé provient du remplacement de $4H^2O$ de l'hydrate $Al^2F^6, 7H^2O$ par $4AzH^4Cl$, ou, ce qui revient au même, de l'union de $4AzH^4Cl$ avec un hydrate inférieur $Al^2F^6, 3H^2O$. Ceci concorde bien avec les résultats que j'ai obtenus dans l'action de la chaleur sur l'hydrate à $7H^2O$ (dégagement de $4H^2O$ entre 110° et 120°).

» La combinaison est assez soluble dans l'eau et, par suite, sa précipitation est incomplète. Il s'en dissout 1^{g} dans 100^{g} d'eau à $+16^{o}$.

» Au moment où l'on fait le mélange, il se produit une élévation de température qui cesse au bout de 2 minutes, puis, 2 ou 3 minutes après, une nouvelle élévation se produit, qui dure 15 minutes environ.

» Le précipité, qui était d'abord gélatineux, est devenu plus dense et se rassemble rapidement au fond du calorimètre.

» Il y a là un changement d'état, probablement une polymérisation, qui se produit avec un dégagement de chaleur de $+3^{Cal},7$.

» La chaleur de dissolution dans l'eau, vers $+16^{o}$, de ce fluorure double est de $-17^{Cal},09$.

» IV. *Cryolithes anhydres.* — La cryolithe sodique naturelle est à peu près anhydre. J'ai trouvé dans deux échantillons 0,2 à $0,3H^2O$. Elle est un peu soluble dans l'eau : il s'en dissout $0^{g},034$ dans 100^{g} d'eau à 15°.

» La cryolithe hydratée sodique ne perd complètement son eau qu'à la température de fusion, c'est-à-dire au rouge vif.

» Pour déterminer la chaleur d'hydratation, j'ai dissous comparativement dans

l'acide fluorhydrique à 19 pour 100 : 1° la cryolithe naturelle, 2° la cryolithe sodique déshydratée, 3° la cryolithe hydratée.

» J'ai trouvé, pour la chaleur de dissolution dans l'acide fluorhydrique, sensiblement le même nombre pour la cryolithe naturelle et pour la cryolithe anhydre artificielle, soit : $+58^{Cal},52$; pour la cryolithe hydratée : $+13^{Cal},98$.

» La différence $+44^{Cal},54$ représente la chaleur de fixation de $7H^2O$ liq. sur $Al^2F^6, 6NaF$.

» Avec les données qui précèdent on peut déduire, au moyen des cycles suivants, la chaleur de formation de la cryolithe anhydre :

1° Al^2F^6 sol. $+ 7H^2O$ liq. $= Al^2F^6, 7H^2O$ solide (soluble)........ $+64,95$
$Al^2F^6, 7H^2O + 6NaF = Al^2F^6, 6NaF, 7H^2O$................ $+19,29$

2° Al^2F^6 sol. $+ 6NaF$ sol. $= Al^2F^6, 6NaF$ sol.................... $+y$
$Al^2F^6, 6NaF$ sol. $+ 7H^2O$ liq. $= Al^2F^6, 6NaF, 7H^2O$.......... $+44,54$

d'où

$$y = 39^{Cal},70;$$

Al^2F^6 sol. $+ 6NaF$ sol. $= Al^2F^6, 6NaF$ sol...... $+39^{Cal},70$.

» J'ai opéré de même pour la cryolithe potassique, j'ai trouvé pour chaleur d'hydratation $+33^{Cal},04$ et, au moyen de deux cycles de réactions parallèles aux précédents, on obtient :

$Al^2F^6 + 6KF = Al^2F^6, 6KF$................. $+87^{Cal},80$.

» De même que pour les dérivés chlorés correspondants $Al^2Cl^6, 6MCl$, on voit que la combinaison potassique est beaucoup plus stable que la combinaison sodique, et la différence des chaleurs de formation est du même ordre.

» La connaissance de la chaleur de formation de la cryolithe sodique et de celle du fluorure d'aluminium anhydre est indispensable lorsqu'on veut, dans la métallurgie de l'aluminium, calculer la quantité d'énergie électrique nécessaire pour décomposer la cryolithe. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage volumétrique de l'hydroxylamine.* Note de M. **M.-L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

» Si l'on se reporte à la littérature scientifique et en particulier à certains Mémoires récents (Maxwell, Adams, *Amer. ch. J.*, t. XXVIII, sept. 1902, p. 198), on en garde l'impression qu'il n'existe pas de méthode satisfaisante propre au dosage de l'hydroxylamine. L'objet de cette Note est d'en indiquer une que je soumets à l'appréciation des chimistes.

» Cette méthode est fondée sur l'action particulière exercée par le permanganate de potassium sur l'oxalate d'hydroxylamine, sel bien cristallisé et anhydre que l'on peut obtenir très facilement à l'état de pureté, grâce à sa faible solubilité dans l'eau ($14^g,56$ par litre à 15°).

» I. L'action du permanganate sur l'oxalate d'hydroxylamine s'effectue en deux phases bien distinctes :

» 1° Dans la première phase, en l'absence d'acide sulfurique, l'hydroxylamine seule est oxydée; l'azote qu'elle renferme se dégage, partie à l'état élémentaire (3^{vol}), partie à l'état d'oxyde azoteux (1^{vol}); l'acide oxalique n'intervient donc que pour salifier la potasse et l'oxyde manganeux provenant de la réduction du permanganate. Cependant c'est cette intervention qui, en maintenant la neutralité de la liqueur, donne au titrage toute son exactitude.

» La réaction s'exprime par l'équation :

$$2MnO^2K + 4[C^2O^4H^2\,2(AzH^2OH)] \\ = 2C^2O^4Mn + 2C^2O^4KH + Az^2O + 6Az + 15H^2O$$

» 1^{mol} de permanganate oxyde donc 2^{mol} d'oxalate d'hydroxylamine ou, si l'on préfère, 4^{mol} d'hydroxylamine. La décoloration est immédiate et l'apparition de la teinte *rose* persistante s'enregistre très nettement pour des liqueurs décimoléculaires, sans que l'on soit gêné par la précipitation d'oxalate manganeux. La liqueur est neutre, en ce sens qu'elle laisse à l'hélianthine et à la phtaléine leur teinte propre; mais on peut ajouter 1^{mol} de potasse pour 1^{mol} de permanganate employé avant d'atteindre le virage rose à la phtaléine : ceci s'accorde pleinement avec la présence de l'oxalate monopotassique que traduit la formule écrite plus haut.

» *Remarque.* — On pourrait très bien utiliser l'oxalate d'hydroxylamine à fixer le titre du permanganate. Si l'on emploie une solution d'oxalate à 10^g par litre, 50^{cm^3} d'une telle solution décolorent 16^{cm^3} d'une solution décimoléculaire de caméléon.

» 2° Dans la seconde phase, en présence d'acide sulfurique, l'acide oxalique est oxydé à la manière habituelle avec dégagement de gaz carbonique.

» Comme chacun sait, 2^{mol} de permanganate oxydent 5^{mol} d'acide oxalique : pour les 4^{mol} d'oxalate qui entrent en jeu dans la première phase, il faudra donc ajouter $\frac{8^{mol}}{5}$ de permanganate ou $\frac{1^{mol}}{5}$ par molécule d'hydroxylamine tandis que la première phase en exigeait $\frac{1^{mol}}{4}$.

» II. L'oxydation du sulfate d'hydroxylamine peut être réalisée de la même manière en deux phases distinctes.

» 1° Dans la première phase, en l'absence d'acide sulfurique, l'hydroxylamine est oxydée : l'azote qu'elle renferme se dégage en partie sous forme d'azote libre et d'oxyde azoteux à volumes égaux ; une autre partie, le cinquième exactement, passe à l'état d'azotite de potassium qui ne se modifie pas dans ces conditions.

» La réaction s'exprime par l'équation

$$4MnO^4K + 5[SO^4H^2 2(AzH^2OH)]$$
$$= 4SO^4Mn + SO^4K^2 + 2AzO^2K + 2Az^2O + 4Az + 2OH^2O.$$

» 1^{mol} de sulfate décolore donc $\frac{4^{mol}}{5}$ de permanganate. La fin de cette réaction est indiquée assez nettement par l'apparition d'une teinte jaune brun due à une trace d'oxyde de manganèse.

» 2° Si, à ce moment, on acidule franchement on peut alors décolorer une nouvelle quantité de permanganate, le cinquième de la quantité précédemment employée. Les apparences sont tout à fait celles que l'on observe dans le dosage des azotites par le caméléon. Qualitativement et quantitativement le phénomène est donc bien traduit par la formule indiquée plus haut. Les choses se passent de même lorsqu'on étudie au même point de vue le chlorhydrate d'hydroxylamine.

» III. Arrivons maintenant au dosage proposé pour l'hydroxylamine. Pour cela ajoutons à une solution de sulfate, ou de chlorhydrate, d'hydroxylamine une quantité d'oxalate disodique quelconque, *mais notablement supérieure à* 1^{mol} *pour* 1^{mol} *de sulfate.*

» Dans les conditions de dilution où l'on opère rien ne se précipite ; mais, quant à l'oxydation, tout se passe comme si, dans la solution, l'hydroxylamine se trouvait tout entière à l'état d'oxalate.

» 1° Dans la phase *neutre* la quantité de permanganate décolorée est *absolument indépendante de l'oxalate ajouté* et ne dépend que de l'hydroxylamine présente, 1^{mol} de celle-ci décolorant $\frac{1^{mol}}{4}$ de permanganate en sorte que le poids d'hydroxylamine qui décolore n^{cm^3} d'une solution de caméléon de titre θ^{mol} est donné par la formule

$$p = 4\frac{n\theta}{1000} \times 33 = \frac{132\,n\theta}{1000}.$$

» 2° Dans la phase *acide*, qui est d'ailleurs secondaire au point de vue qui nous occupe, la quantité de permanganate décoloré est indépendante

du sulfate d'hydroxylamine et est rigoureusement proportionnelle au poids d'oxalate ajouté.

» *Pratiquement, la liqueur à doser étant neutre, c'est-à-dire ne colorant en rose ni l'hélianthine, ni la phtaléine, on ajoutera un excès arbitraire, mais suffisant, d'oxalate disodique et l'on versera le caméléon jusqu'à coloration rose persistante. Le poids d'hydroxylamine se déduira du volume de caméléon à l'aide de la formule précédente.* »

MÉTALLURGIE. — *Sur les procédés de fabrication des armes à l'époque du bronze.* Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Moissan.

« M. le Dr Capitan a eu l'obligeance de me donner un fragment d'épée de l'époque du bronze, en vue de rechercher si un examen microscopique pourrait fournir des renseignements sur les procédés primitifs de fabrication.

» Ce fragment était assez profondément oxydé. La teneur en étain, indiquée par la proportion d'eutectique, n'est pas éloignée de 10 pour 100; le plomb, dosé au laboratoire des Aciéries de Denain, atteint 3,12 pour 100; le zinc n'est présent qu'à l'état de traces. La faible proportion d'alliage dont on disposait ne permettait pas une analyse chimique bien complète.

» Une coupe parallèle au plat de l'épée, polie, puis frottée sur un drap saupoudré d'alumine et imbibé d'eau ammoniacale, montre, en brun, les cristallites rectangulaires connus, généralement considérés comme un dépôt de première consolidation, plus riche en cuivre que la moyenne de l'alliage et restés reconnaissables, bien que l'étain se soit ultérieurement réparti uniformément dans toute la masse de la solution solide. Ces cristallites ont ici leurs axes pratiquement rectilignes et réguliers, ce qui ferait penser tout d'abord que le bronze considéré est demeuré brut de coulée; mais sur une coupe transversale, ces axes de cristallites s'incurvent et tendent à devenir parallèles entre eux et aux surfaces à mesure que l'on se rapproche des tranchants. Il résulte de là que les tranchants ont été obtenus par forgeage, le corroyage étant beaucoup plus accentué sur les bords qu'au milieu de la lame.

» On sait que le bronze possède, outre le réseau cristallitique primitif, un réseau cristallin révélé, après attaque convenable, par des stries parallèles et rectilignes constantes dans le domaine de chaque grain (H. Le Chatelier, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, avril 1896). Dans les échantillons industriels que j'ai eu l'occasion d'étudier, ces deux réseaux, cristallitique et cristallin, sont concordants. Au contraire; dans l'épée antique, le réseau cristallin n'est plus défini par les stries ordinaires; il est remplacé par des grains non striés, mais recoupés de macles relativement épaisses. Ces grains maclés, qui apparaissent quand on laisse agir pendant quelques minutes une goutte d'ammoniaque déposée sur la coupe, n'ont pas plus de $\frac{20}{1000}$ de mil-

limètre de diamètre, alors que les cristallites sont déjà visibles à la loupe; il y a discordance absolue entre les deux réseaux qui se coupent d'ailleurs au hasard. Ces faits sont caractéristiques d'un recuit après forgeage. Mais comme le recuit comporte deux facteurs indépendants et qu'on ne peut déterminer deux inconnues avec une seule équation, il est difficile de préciser les conditions de temps et de température. On peut dire seulement, en raison de la petitesse extrême du grain, que le recuit a été très peu poussé.

» Le forgeage a causé quelques criques superficielles qui se sont remplies de scorie. Dans la suite des temps, ces veines de scorie ont été l'un des chemins suivis par l'oxydation : elles se montrent actuellement entourées de couches parallèles hétérogènes dont certaines, d'une couleur gris verdâtre, correspondent au vert-de-gris. A leur contact, le métal peut avoir subi un commencement d'oxydation et prendre une patine brune par simple polissage plan. A l'intérieur, on retrouve nombre de petites taches présentant ce même aspect, et ces taches se trouvent être les points d'intersection des branches de cristallites. C'est donc là, vraisemblablement, un deuxième chemin ouvert à l'oxydation, et le fait peut être utile à noter comme se rattachant à la porosité de certains bronzes.

» Les résultats de mon examen micrographique étaient imprévus de moi. J'ai donc tenu à reproduire par synthèse, sur des bronzes de même composition préparés au laboratoire, les caractères micrographiques particuliers à l'épée antique. Et j'y ai réussi sans difficultés, sauf pour la grosseur des grains maclés que mon recuit, au rouge cerise pendant une heure, m'a donnés beaucoup plus gros que ceux de l'original; mais la différence ne portait que sur les conditions et non sur le principe du traitement. Enfin, pour plus de sûreté, ne me trouvant pas suffisamment familier avec l'industrie du bronze, j'ai eu recours à M. Guillemin, qui conduit sa fabrication à l'aide des procédés scientifiques de la micrographie, et mes conclusions ont été pleinement confirmées par son avis.

» On voit que les métallurgistes de l'antiquité mettaient en œuvre, dans le traitement du bronze, des procédés qui se sont perdus ultérieurement, lorsque les arts de la guerre et de la paix eurent trouvé dans le fer ou ses dérivés, devenus communs, le métaux les mieux appropriés à leurs besoins. Par le forgeage suivi d'un recuit à température assez basse, on arrivait certainement à diminuer la fragilité du bronze coulé et à conserver aux épées une partie de la rigidité due à l'écrouissage.

» On n'a dû arriver que lentement à des procédés aussi savants. Il est donc probable que des études méthodiques dans la voie que je viens d'indiquer permettraient d'établir des divisions dans l'époque du bronze et de classer, dans une certaine mesure, les objets qu'elle nous a légués. Le plus petit fragment d'un alliage porte son histoire écrite dans sa structure et l'examen microscopique permet de reconstituer cette histoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition et la constitution des hydrates sulfhydrés.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai fait connaître en 1882 [1] toute une série d'hydrates mixtes auxquels, d'après mes analyses, j'attribuais uniformément la composition

$$M + 2H^2S + 23H^2O,$$

M étant un composé organique halogéné assez volatil, analogue aux éthers simples de la série grasse. On peut aussi remplacer $2H^2S$ par $2H^2Se$.

» Ces corps, parfaitement cristallisés dans le système cubique, et d'une stabilité plus grande que l'hydrate d'hydrogène sulfuré, sont certainement analogues à d'autres hydrates mixtes qui ont été signalés [2].

» L'idée la plus naturelle qui vient à l'esprit est que tous ces composés sont formés par l'union de deux hydrates simples

$$(M + mH^2O) + 2(H^2S + m'H^2O),$$

m' étant probablement égal à 6, puisque la formule de l'hydrate simple d'hydrogène sulfuré est

$$H^2S + 6H^2O \quad (^3).$$

» Je crois que, par un raisonnement analogue à celui qui m'a permis d'établir la composition des hydrates simples, on peut arriver à connaître la formule des hydrates sulfhydrés plus exactement que par l'analyse directe, laquelle laisse toujours quelques doutes sur le nombre de molécules d'eau fixées.

» Dans l'étude que j'en avais faite il y a 20 ans, j'avais déterminé les tensions de dissociation d'un assez grand nombre de ces hydrates mixtes. On sait aujourd'hui que ces mesures peuvent avoir une signification précise, car il s'agit de véritables systèmes univariants, c'est-à-dire possédant bien une tension fixe à une température déterminée [4]; on peut donc raisonner ici comme avec les hydrates simples des gaz.

---

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVIII, p. 5.

[2] *Ann. der Chem. u. Pharm.*, t. XXXIII, p. 125. — *Bull. Soc. chim.*, t. XXV, p. 146. — *Comptes rendus*, t. XCV, p. 61 et t. CXXV, p. 109.

[3] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 959.

[4] Trois constituants et quatre phases : cristaux, composé liquide halogéné, eau et vapeur.

» J'avais aussi mesuré directement la chaleur de formation de deux d'entre eux, et trouvé, en particulier, pour l'hydrate sulfhydré du chloroforme, $+47^{Cal}$ pour $CHCl^3$ [à partir de $CHCl^3$ liq., de $2H^2S$ gaz et de $(m+2m')$ H^2O liq.].

» On en déduit pour H^2S :

$$Q' = +\frac{47}{2} = +23^{Cal},50.$$

» D'autre part, pour le même hydrate sulfhydré, la formule de Clapeyron, appliquée aux nombres que j'ai donnés pour les tensions ([1]), conduit à

$$Q' = +24^{Cal},27 \text{ pour } H^2S.$$

La moyenne serait

$$Q' = +23^{Cal},89.$$

» J'ai constaté aussi, il y a 20 ans, que la tension de dissociation de ce même corps est de 760^{mm} à $+17^{o}$; donc

$$T' = 290^{o} \text{ absolus};$$

par conséquent on aura

$$23,89 = 290 \times 30 + n \times 1,43 + \tfrac{1}{2}S$$

n étant égal à $\frac{m+2m'}{2}$ et S représentant la chaleur de solidification d'une molécule de chloroforme liquide.

» Il est vrai que l'on ne connaît pas S, mais on peut le calculer de la manière suivante :

» La courbe des tensions de vapeurs du chloroforme (d'après Regnault) fournit vers 60° C. (soit 333° abs.): $L = 7376^{cal}$.

» En outre

$$L + S = 30 \times 333 = 9990^{cal};$$

donc

$$S = 9990 - 7376 = 2620^{cal}.$$

» On peut alors écrire

$$23,89 = 290 \times 30 + n \times 1,43 + 0,5 \times 2,62,$$

ce qui donne :

$$n = 9,70$$

et

$$2n = m + 2m' = 19,40.$$

» La formule brute est donc :

$$CHCl^3 + 2H^2S + 19 \quad \text{ou} \quad 20\,H^2O \quad (^2)$$

([1]) En ayant soin de retrancher de chaque tension observée la tension minima du chloroforme.

([2]) Si l'on part du nombre expérimental $Q' = +47^{Cal}$, on trouve $2n = 18,86$, soit sensiblement $19\,H^2O$; si l'on fait le calcul au moyen du nombre déduit de la courbe de dissociation : $\frac{Q'}{2} = 24,27$, on obtient : $2n = 19,94$, soit à peu près $20\,H^2O$.

et, comme l'hydrate simple d'hydrogène sulfuré est : $H^2S + 6H^2O$, on doit admettre la constitution suivante :

$$(CHCl^3 + 7H^2O) + 2(H^2S + 6H^2O)$$

ou

$$(CHCl^3 + 8H^2O) + 2(H^2S + 6H^2O).$$

» On peut conclure de là :

» 1° Que le chloroforme doit lui-même donner un hydrate simple à 7 ou $8H^2O$. En fait, MM. Chancel et Parmentier ont décrit un corps de ce genre pour lequel ils ont trouvé $9H^2O$; il est probable que, comme dans tous les cas analogues, leur hydrate était un peu humide.

» 2° Que les analyses que j'ai publiées en 1882 ($23H^2O$) attribuaient aux hydrates sulfhydrés 3^{mol} ou 4^{mol} d'eau en trop, et toujours pour la même raison (eaux mères retenues par les cristaux), soit pour chaque hydrate simple, 1^{mol} d'eau en trop.

» 3° Que puisque j'ai trouvé cette composition uniforme :

$$M + 2H^2S + 23H^2O,$$

pour tous les hydrates sulfhydrés étudiés, il est très probable qu'ils ont tous pour composition :

$$(M + 7 \text{ ou } 8H^2O) + 2(H^2S + 6H^2O).$$

» 4° Que l'on doit prévoir l'existence d'hydrates simples à 7 ou 8 H^2O pour les trente dérivés organiques halogénés, dont j'ai décrit les hydrates sulfhydrés. D'ailleurs, j'ai montré précédemment que le chlorure de méthyle (qui, précisément, fournit un hydrate sulfhydré) donne un hydrate simple de formule $CH^3Cl + 7H^2O$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dibromure de métho-éthénylbenzène.* Note de M. M. Tiffeneau, présentée par M. Haller.

« Le dibromométhoéthénylphène $C^6H^5 - CBr(CH^3) - CH^2Br$, soumis à l'action de KOH alcoolique, perd un HBr en donnant le composé C^9H^9Br qui répond à l'une des deux formules

(I) $$C^6H^5 - C(CH^2Br) = CH^2$$

ou

(II) $$C^6H^6 - C(CH^3) = CHBr.$$

Toutefois, comme ce dérivé bromé ne fournit à l'oxydation manganique que de l'acétophénone et pas de bromacétophénone; comme, d'autre part, il se conduit vis-à-vis de Mg et de Na de la même façon que l'ω-bromostyrolène, il faut attribuer à ce corps la formule (II) qui en fait un α-méthyl-ω-bromostyrolène. C'est un liquide ($d_0 = 1,366$) bouillant vers 105°-106° sous 9^mm, et distillant sans décomposition à la pression ordinaire vers 225°-228°.

» La potasse fondue vers 180° lui enlève HBr et le transforme en phénylallylène bouillant à 181°-185°, précipitant $HgCl^2$ aqueux et caractérisé par son hydratation en propiophénone $C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^3$. Cette transformation curieuse d'une chaîne ramifiée en chaîne linéaire s'effectue très probablement par formation intermédiaire de phénylcyclopropène :

$$C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup CHBr \\ \diagdown CH^3 \end{matrix} \rightarrow C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup CH \\ \vert \\ \diagdown CH^2 \end{matrix} \rightarrow C^6H^5 - C \equiv C - CH^3.$$

Avant d'aborber l'étude de l'action de Mg sur l'α-méthyl-ω-bromostyrolène, j'ai voulu tout d'abord examiner comment se conduit ce métal vis-à-vis de l'ω-bromostyrolène.

I. *Action du magnésium sur l'ω-bromostyrolène dans l'éther absolu.* — Dans cette réaction complexe Mg agit de trois façons différentes :

» 1° Il donne un composé magnésien vrai $C^6H^5 - CH = CHMgBr$; 2° il s'empare de 2Br et fournit le 1.4-diphénylbutadiène fusible à 149°; 3° il élimine HBr sans dégagement de H en donnant du phénylacétylène et du styrolène d'après l'équation

$$2\,C^6H^5 - CH = CHBr + Mg = C^6H^5 - C \equiv CH + C^6H^5 - CH = CH^2 + MgBr^2,$$

en outre (¹) le phénylacétylène formé réagit sur le dérivé magnésien ci-dessus pour donner naissance à du styrolène et au dérivé magnésien $C^6H^5 - C \equiv C - MgBr$.

» Il en résulte que si l'on décompose par l'eau on obtient, outre le 1.4-diphénylbutadiène, du phénylacétylène et du styrolène dans la proportion 1 : 2; mais si, auparavant, on fait agir CO^2, les dérivés magnésiens fournissent les acides correspondants, c'est-à-dire les acides phénylpropiolique et cinnamique.

» Avec le sodium, l'action sur $C^6H^5 - CH = CHBr$ est beaucoup plus simple; Na joue alors, comme l'a montré Nef (*Lieb. Ann.*, t. CCCVIII, p. 267), le rôle d'éliminateur de HBr, et le phénylacétylène formé passe à l'état de dérivé sodé.

» J'ai observé que Mg et Na agissent d'une façon analogue non seulement sur

(¹) JOTSITCH (*J. Soc. ch. russe*, t. XXXIV, 1902, p. 100) a en effet montré que les carbures acétyléniques vrais déplacent MgBr des combinaisons organomagnésiennes RMgBr en donnant RH et un composé magnésien acétylénique.

$C^6H^5CHBr - CH^2Br$, mais aussi sur $C^6H^5 - CBr = CH^2$; avec le dérivé magnésien de ce dernier, CO^2 donne comme produits acides un liquide non encore étudié.

» II. *Action du magnésium sur l'α-méthyl-ω-bromostyrolène dans l'éther absolu.* — On obtient également : 1° un dérivé magnésien vrai $C^6H^5 - C(CH^3) = CHMgBr$; 2° élimination de 2Br et formation du 2.5-diphényl-2.4-butadiène fusible à 138° ; 3° élimination de HBr sans dégagement de H avec formation de carbures C^9H^8 (à odeur forte de phénylallylène et précipitant $HgCl^2$) mélangés des carbures C^9H^{10} provenant de leur hydrogénation. Il ne m'a pas été possible jusqu'ici de caractériser le phénylcyclopropène parmi ces carbures [le cyclopropène de Freundler précipite également par $HgCl^2$ (*Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, p. 614).

» Ce qu'il importe de remarquer c'est que les carbures C^9H^8 ainsi formés ne contiennent pas de carbures acétyléniques vrais, de sorte qu'ils ne peuvent comme en (I), réagir sur le dérivé magnésien primitif, pour former un composé magnésien acétylénique. Il s'ensuit que l'action ultérieure de CO^2 ne s'effectue que sur

$$C^6H^5 - C(CH^3) = CHMgBr;$$

on obtient alors deux acides non acétyléniques fusibles l'un vers 80°, l'autre vers 130°; ce sont probablement les deux acides β-méthylcinnamiques stéréoisomères; j'en poursuis l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse d'un carbure aromatique dérivé du camphre.* Note de M. C. Chabrié, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai pensé qu'il pouvait y avoir des faits curieux à observer en faisant réagir le monochlorure de camphre sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. Il fallait, en effet, prévoir que le chlorure de camphre ne donnerait pas simplement un produit de condensation par substitution d'un groupe phényle à l'atome de chlore, comme cela a lieu ordinairement dans les réactions produites par la méthode de MM. Friedel et Crafts, mais qu'il y aurait, sous l'action déshydratante du chlorure d'aluminium, élimination d'eau dans la molécule de camphre en plus de la substitution du phényle au chlore. On pouvait espérer, par suite, la formation d'un ou de plusieurs composés intéressants.

» J'ai chauffé 100g de chlorure de camphre avec 650g de benzène au réfrigérant à reflux, et j'ai ajouté, par petites portions, du chlorure d'aluminium jusqu'à ce qu'une nouvelle addition de ce composé ne provoquât plus de dégagement de gaz chlorhydrique. La totalité du chlorure d'aluminium a été de 317g.

» Il est à remarquer qu'à chaque quantité nouvelle de ce composé introduite, il se produisait une très vive effervescence qui n'augmentait pas si l'on continuait à en jeter dans la solution benzénique; seules, les premières portions de chaque dose de chlorure d'aluminium déterminaient une réaction manifeste.

« Il est encore à noter que la couleur du benzène, qui n'avait pas beaucoup changé pendant les premières heures, est devenue tout à coup, après 4 heures de chauffe environ, d'un rouge grenat foncé caractéristique. Ce changement à la fois tardif et brusque de couleur n'est pas habituel dans ce genre de réaction et il n'était pas fortuit dans l'opération précédente, car il s'est reproduit chaque fois que les mêmes composés ont été mis de nouveau en présence dans les mêmes conditions.

» La réaction a exigé 40 heures avec les proportions indiquées, mais son activité a décru rapidement après la vingt-deuxième heure.

» La quantité de gaz chlorhydrique dégagé ne correspondait pas au départ d'*une molécule de gaz chlorhydrique* comme cela aurait eu lieu s'il y avait eu substitution simple d'un groupe phényle à l'atome de chlore du chlorure de camphre, mais cette quantité était presque triple, ce qui était nécessaire si, *en plus de cette substitution*, il y avait eu départ d'une molécule d'eau qui, réagissant sur le chlorure d'aluminium, devait donner *deux molécules de gaz chlorhydrique*.

» Dans le premier cas on aurait eu :

$$C^{10}H^{15}ClO + C^6H^6 = C^{10}H^{15}.C^6H^5.O + HCl;$$

dans le second, on avait :

$$C^{10}H^{15}ClO + C^6H^6 = C^{10}H^{13}.C^6H^5 + H^2O + HCl$$

avec :

$$Al^2Cl^6 + 3(H^2O) = Al^2O^3 + 3(2HCl).$$

Le résultat de la réaction a été traité par l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, le liquide huileux surnageant a été séparé de l'eau, puis séché et distillé.

» Il a donné, après distillation du benzène en excès :

» I. Un liquide prenant rapidement une coloration violet foncé et passant de 160° à 250°.

» II. Un liquide jaune clair de 250° à 305°.

» III. Un liquide limpide peu coloré en jaune passant de 305° à 325°.

» IV. Un liquide rougeâtre passant de 325° à 342°.

» V. Un liquide limpide, mais fortement coloré en rouge foncé, passant de 342° à 362° et laissant déposer une petite quantité de cristaux jaunes.

» VI. Un corps se prenant par refroidissement en cristaux jaunes solubles dans l'alcool et fondant au-dessus de 100°, passant au-dessus de 360°.

Après, il y avait décomposition et le résidu brun rougeâtre resté dans le

ballon était en partie soluble dans l'alcool qui le laissait déposer sous forme de goudron.

» Parmi les composés constituant ces liquides, j'ai isolé, par distillation fractionnée de la partie passant à 305°-325°, un liquide à peine coloré passant vers 315° et dont la composition (¹) répond à la formule $C^{16}H^{18}$. C'est lui qui correspond à la réaction

$$C^{10}H^{15}Cl\,O + C^6H^6 = C^{10}H^{13}.C^6H^5 + H^2O + H\,Cl.$$

» L'étude de ce nouveau carbure aromatique dérivé du camphre et des autres produits qui se forment en même temps que lui fera l'objet de nouvelles publications. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de transformation des dérivés monochlorés et monobromés des hydrocarbures en dérivés monoiodés.* Note de M. F. Bodroux, présentée par M. Troost.

« Lorsqu'on ajoute par petites portions de l'iode à une solution éthérée d'un chlorure ou d'un bromure d'alcoylmagnésium, l'iode disparaît rapidemment et la liqueur s'échauffe. La réaction se passe entre une molécule du composé organo-métallique et une molécule d'iode, elle donne naissance à un sel double de magnésium et à un dérivé iodé :

$$\begin{matrix}R\\Br\end{matrix}\!\!\!>Mg + I^2 = RI + Mg\!<\!\!\!\begin{matrix}I\\Br\end{matrix}.$$

» Le bromure de propyle et le chlorure d'isoamyle ont fourni ainsi les iodures correspondants, avec un rendement de 80 pour 100 environ.

» Il était intéressant de voir si cette même réaction pouvait s'appliquer avec succès à la série aromatique, car les méthodes employées pour la préparation des dérivés iodés, dans le noyau des hydrocarbures, sont pénibles, ou ne donnent que de mauvais rendements. J'ai opéré sur les bromures de phénylemagnésium et de paratolylemagnésium et j'ai obtenu facilement, avec un rendement de 80 pour 100, l'iodure de phényle et le paraiodotoluène.

(¹) L'analyse a donné : $C = 91,87$; $H = 8,53$. Théorie pour $C^{16}H^{18}$: $C = 91,43$; $H = 8,57$.

» Le mode opératoire, dans tous les cas, est le suivant :

» La solution du composé organométallique est placée dans un ballon à long col, refroidi par un courant d'eau froide. On y ajoute par petites portions l'iode préalablement pulvérisé et l'on agite constamment. Tant qu'il y a du composé organomagnésien en liberté la liqueur reste limpide; l'opération est terminée lorsqu'une petite addition d'iode la colore en brun.

» Le contenu du ballon est versé dans une solution étendue d'acide chlorydrique et l'éther qui surnage, décanté, séché sur du chlorure de calcium est ensuite agité avec du mercure pour enlever l'iode libre qu'il contient. Après filtration, on chasse l'éther et l'on distille le résidu.

» A la fin de la distillation il y a un abondant dégagement de vapeurs d'iode, et le liquide obtenu est plus ou moins coloré. Après agitation avec du mercure, on le rectifie et l'on obtient alors à l'état de pureté l'iodure cherché.

» La moitié de l'iode employé sert à la préparation de ces composés organiques, le reste se trouve dans les eaux de lavage d'où il est facile de le précipiter.

» La réaction précédente permet d'obtenir, avec de bons rendements et en quelques heures, les dérivés monoiodés des carbures benzéniques à partir des dérivés monobromés. Elle est générale, et dans une prochaine Communication je ferai connaître quelques nouveaux composés que j'étudie en ce moment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition de quelques acides organiques di- et tribasiques.* Note de MM. **Œchsner de Coninck** et **Raynaud**, présentée par M. H. Moissan.

« Nos expériences ont porté sur les acides malonique, succinique, tartrique, malique et citrique; nous les avons décomposés méthodiquement en les chauffant avec du glycol, ou avec de la glycérine, ou avec de l'acide sulfurique.

» *Acide malonique et glycol.* — La réaction du glycol sur l'acide oxalique signalée par Lourenço et étudiée par Lorin, nous a engagés à remplacer l'acide oxalique par l'acide malonique. Si l'on chauffe ce dernier acide avec un léger excès de glycol, il se dégage CO^2 et il distille de l'acide acétique étendu. Nous avons obtenu ainsi un acide acétique à 4 pour 100 et à 5 pour 100. En desséchant l'acide malonique vers 100° et en rectifiant le glycol, nous avons obtenu un acide à 8 pour 100.

» *Acide malonique et glycérine.* — Dans d'autres expériences, nous avons chauffé l'acide malonique avec de la glycérine [1], la décomposition se fait régulièrement avec

---

[1] L'un de nous a fait cette expérience, en 1894. Voyez *Cours de Chimie organique*, par Œchsner de Coninck, 1894, t. I, p. 459.

départ de CO^2 et il distille un acide acétique à 3 pour 100, à 6 pour 100, à 7,5 pour 100 et à 9 pour 100, suivant les conditions de l'expérience.

» *Acide succinique et glycérine.* — L'acide, pur et cristallisé, a été chauffé avec un excès de glycérine officinale; nous avons observé les conditions réalisées dans les expériences précédentes. Aucun gaz ne s'est dégagé; par contre, il s'est formé une notable quantité d'acroléine et un peu d'acide acrylique que nous avons caractérisé par son sel de plomb.

» *Acide tartrique droit et glycérine.* — Dans les mêmes conditions, l'acide tartrique droit, bien cristallisé, a fourni une grande quantité de CO^2 et, en plus faible proportion, un gaz brûlant avec une flamme peu éclairante et non absorbable par le brome à la température ordinaire. Il s'est produit aussi de l'acroléine.

» *Acide malique et glycérine.* — Il s'est dégagé du gaz carbonique et, dans la distillation, il y a eu production d'acroléine.

» *Acide citrique et glycérine.* — Cet acide nous a fourni surtout CO^2, une très faible proportion de CO et un gaz brûlant avec une flamme peu éclairante, que le brome n'absorbait pas à la température ordinaire. Il nous paraît probable que la réaction doit s'exprimer ainsi :

$$CH^2-CO^2H-C\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown CO^2H\end{matrix}-CH^2-CO^2H = 3CO^2+CO+2CH^4.$$

» *Acide tartrique droit et glycol.* — L'acide tartrique se dissout facilement, à chaud, dans un excès de glycol. Si l'on chauffe jusqu'à l'ébullition, il y a départ d'une petite quantité de CO^2.

» *Acide malonique et acide sulfurique.* — Vient-on à chauffer l'acide malonique avec un excès de SO^4H^2, il se dégage tout d'abord CO^2 et un peu d'acide acétique. Si l'on continue à chauffer, il ne se dégage que du gaz carbonique, jusqu'au moment où l'anhydrique sulfureux apparaît.

» *Acide succinique.* — Cet acide se dissout, à chaud, dans SO^4H^2, sans décomposition; nous n'avons pas essayé l'action de la surchauffe.

» *Acide malique.* — Dégagement de CO^2 et de beaucoup d'oxyde de carbone, puis la masse noircit et l'anhydride sulfureux apparaît. Si l'on chauffe fortement les acides malique et sulfurique en tubes scellés, il se dégage un peu de formène, outre CO^2 et CO. Ce résultat est conforme à celui de Weith qui a obtenu de l'aldéhyde en faisant bouillir, sous la pression atmosphérique, une solution d'acide malique dans l'acide sulfurique:

$$CO.OH-CH^2-CH.OH-CO.OH = CO^2+CO+H^2O+CH^3-CHO.$$

» Le formène résulte sans doute du dédoublement de l'aldéhyde en CH^4+CO.

» *Acide tartrique droit.* — Dégagement de CO^2, CO et d'un gaz brûlant avec une flamme peu éclairante et non absorbable par le brome à la température ordinaire, nous recherchons si la réaction ne correspond pas à l'équation suivante :

$$CO.OH-CH.OH-CH.OH-CO.OH = 2CO^2+CO+H^2O+CH^4. \text{ »}$$

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la nature des composés azotés qui existent dans le sol à différentes hauteurs.* Note de M. G. André.

« L'étude de la transformation de la matière azotée dans le sol présente le plus grand intérêt : c'est, en effet, par suite du travail incessamment renouvelé des microorganismes que l'azote organique se métamorphose peu à peu (suivant les conditions essentiellement variables d'humidité, d'aération, de température, d'alcalinité) en azote ammoniacal d'existence transitoire, puis en azote nitrique.

» J'ai continué l'étude de la constitution de la matière azotée (¹) en cherchant, sur des échantillons de terre, prélevés à différentes hauteurs, comment variait la nature de cet azote.

» A cet effet, j'ai découpé des prismes de quelques décimètres carrés de surface, dans des sols qui n'avaient pas reçu de fumure depuis de longues années, jusqu'à une profondeur d'environ 60^{cm} à 65^{cm}, comprenant ainsi une partie du sous-sol. On admet souvent que, plus on s'enfonce dans le sol, plus les composés azotés se simplifient; l'azote, beaucoup moins abondant dans les profondeurs qu'à la surface, ne pénétrerait peu à peu que parce que les transformations qu'il a subies à la surface lui donneraient une forme plus simple et, conséquemment, plus diffusible. D'ailleurs, il est à supposer qu'il existe à cet égard des variations notables quand on s'adresse à des terres d'origines différentes et à des moments différents de l'année.

» J'ai soumis 200^g de terre, rapidement séchée à l'air et tamisée; 1° à l'action de l'acide chlorhydrique employé d'une manière uniforme à raison de 50^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur (à 36 pour 100 HCl réel) dans 500^{cm^3} d'eau; 2° à l'action d'une solution de potasse qui, dans 500^{cm^3} de liqueur, contenait 20 fois autant de cet alcali (K^2O) qu'il y avait d'azote dans l'échantillon considéré. J'ai chauffé pendant 15 heures au bain-marie à 100°, en faisant passer au travers du ballon, dans le cas de l'emploi de la potasse, un courant d'hydrogène destiné à entraîner l'ammoniaque qui a été recueillie dans un acide étendu, puis dosée.

» Dans cet ensemble complexe qui constitue la matière azotée du sol, l'acide chlorhydrique et la potasse ne portent pas leur action sur les mêmes matières, car les résultats que fournissent ces deux agents ne sont pas toujours comparables, principalement quand ce traitement est effectué sur des terres prises à différents moments de l'année. La potasse, dans tous les cas, solubilise toujours une plus grande quantité d'azote.

» I. Le premier échantillon dont je me suis servi a été prélevé le 25 octobre 1901. La teneur en azote total était la suivante dans 1^{kg} de terre

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 414 et 446, t. CXXVIII, p. 513.

supposée séchée à 100° : 1° surface $= 1^g,661$, 2° à 30^{cm} de profondeur $= 0^g,9519$, 3° à $65^{cm} = 0^g,4880$.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — Après 15 heures de chauffage, exécuté comme je l'ai dit plus haut, on a filtré et lavé la masse demeurée insoluble. Le liquide filtré, neutralisé exactement par la potasse et additionné de magnésie calcinée, a été soumis à l'ébullition pour en dégager l'ammoniaque ayant pris naissance dans le traitement. L'azote ammoniacal, ainsi dégagé, s'élevait, dans les trois prises précédentes, à $\frac{1}{7}$ environ de l'azote total initial, soit 1° = 14,37, 2° = 14,10, 3° = 14,87. La matière azotée est donc, à cet égard, comparable à elle-même aux trois hauteurs.

» *Action de la potasse.* — Après 15 heures de traitement, l'azote ammoniacal dégagé, recueilli dans un acide dilué, s'élevait à : 1° = 13,61, 2° = 13,41, 3° = 12,04 (pour 100 de l'azote total initial). Ces chiffres, voisins les uns des autres, s'écartent peu de ceux qu'a fournis l'acide chlorhydrique.

» II. Un autre échantillon de terre avait été prélevé le 20 octobre 1900 dans un endroit assez éloigné du premier. Il contenait en azote total et par kilogramme de matière sèche : 1° à la surface $= 1^g,4306$, 2° à $30^{cm} = 1^g,3434$, 3° à $65^{cm} = 0^g,7403$. A la suite du traitement chlorhydrique, on a obtenu : azote ammoniacal 1° = 17,57, 2° = 18,74, 3° = 18,87 (pour 100 de l'azote total). L'action de la potasse a fourni respectivement 15,34, 15,63, 13,30 (azote ammoniacal pour cent de l'azote initial). Ces chiffres sont un peu plus faibles que ceux que donnent le traitement chlorhydrique.

» III. Un troisième échantillon, prélevé le 1er avril 1902, dans un endroit voisin du premier, contenait en azote total par kilogramme : surface = 1,9019, à 30^{cm} = 1,3664, à 65^{cm} = 0,3451. L'action de l'acide chlorhydrique a fourni, en azote ammoniacal : 14,87, 16,32, 18,29. Ici, l'azote rendu ammoniacal par le traitement acide est d'autant plus abondant que l'on s'adresse à une couche de terre plus éloignée de la surface. Cette différence se traduit mieux encore lorsqu'on prolonge le chauffage de cet échantillon.

» Ainsi, après un chauffage de 23 heures avec l'acide chlorhydrique, on a divisé en trois parties le liquide filtré. La première, neutralisée immédiatement et additionnée de magnésie a fourni, aux trois hauteurs : azote ammoniacal 19,52, 23,77, 28,62. La seconde, chauffée en plus pendant 12 heures au réfrigérant ascendant, a donné : 21,44, 27,97, 34,20; la troisième, chauffée comme la seconde, mais pendant 24 heures, a donné : 22,48, 28,20, 34,20.

» Le résidu terreux, demeuré insoluble après 23 heures de chauffage, une fois lavé, a été repris par l'acide chlorhydrique à la même concentration qu'au début, puis

chauffé encore pendant 23 heures à 100°. Le liquide filtré a été divisé en deux portions. La première, neutralisée exactement et additionnée de magnésie, a donné en azote ammoniacal : 3,11, 3,83, 11,41 ; la seconde, chauffée au réfrigérant ascendant pendant 12 heures, puis traitée comme la seconde, a donné : 3,67, 4,53, 14,69.

» Donc, en chiffres ronds, les prises d'essai faites à la surface, à 30cm, à 65cm de profondeur ont fourni respectivement, au bout de ce long temps de chauffage, comme azote transformable en azote ammoniacal : 26,32 et 49 pour 100 de l'azote total initial.

» La potasse, au contraire, après 15 heures de chauffage à 100°, a transformé en azote ammoniacal une quantité de l'azote total qui décroît à mesure que l'on s'enfonce dans le sol, soit 15,71 ; 14,18 ; 10,56.

» IV. On peut conclure de l'inspection des chiffres qu'a fournis le traitement chlorhydrique que, à ce moment de l'année (avril), la matière azotée de la surface du sol (sur laquelle de nombreuses espèces microbiennes ont exercé leur action, favorisée par la température de l'été précédent) est devenue plus diffusible et a pénétré lentement pendant l'hiver dans les couches profondes du sol, où on la retrouve, au début du printemps, sous une forme plus attaquable par l'acide chlorhydrique que celle des couches supérieures. A la fin de l'été, au contraire, il y a, ainsi que la chose ressort de l'examen des deux premiers échantillons, sensiblement égalité entre les différentes couches de terre au point de vue de l'azote rendu ammoniacal par l'action de l'acide ou celle de l'alcali.

» J'examinerai prochainement, dans les différentes couches de terre, la répartition de l'azote qui, à la suite des traitements acide et alcalin, demeure sous forme soluble non ammoniacale, ainsi que celle de l'azote qui, indépendamment de tout contact de la terre avec des réactifs puissants tels que ceux que j'ai employés, existe dans le sol sous forme ammoniacale. »

EMBRYOGÉNIE. — *L'hermaphrodisme normal des Poissons.* Note de M. Louis Roule, présentée par M. Alfred Giard.

« Les anciens auteurs ont souvent signalé, chez divers Poissons, la présence de cas d'hermaphrodisme. Plusieurs ont remarqué, en sus, la fréquente différence de taille des mâles et des femelles, les premiers étant plus petits, et les secondes plus grosses. Ces données se sont à la fois précisées et étendues au cours de ces dernières années. Certaines espèces ont vraiment un hermaphrodisme complet et simultané, car leurs glandes sexuelles produisent à la fois des spermatozoïdes et des ovules, mûrs en

même temps. D'autres ont un hermaphrodisme protandrique; les individus encore jeunes commencent par être mâles, puis deviennent femelles en acquérant leurs dimensions définitives. Enfin quelques observations isolées dénotent bien une apparition précoce de la sexualité mâle et tardive de la femelle chez des espèces considérées encore comme unisexuées, mais elles n'indiquent pas davantage. Ces notions sont résumées et augmentées sur nombre de points, dans un excellent travail de Stéphan (*De l'hermaphrodisme chez les Vertébrés;* thèse de Montpellier, 1901).

» L'importance d'une telle question m'a conduit à tâcher de l'élucider au complet sur une famille déterminée, et j'ai choisi, à cause de la commodité des recherches, celles des Cyprinides de nos eaux douces. Mes premières études ont porté sur une statistique préliminaire : établir, à l'époque du frai, la relation entre la nature de la sexualité et les dimensions du corps. Une telle statistique doit porter, pour avoir de la valeur, sur le plus grand nombre possible d'individus, et c'est elle seule que je mentionne en ce moment. Elle se base sur l'examen de plus de 1500 échantillons, péchés en 1901 et 1902. Je ne saurais trop remercier plusieurs de mes élèves, MM. Andigé père et fils, M. de Cardaillac, qui m'ont aidé dans ce travail.

» Je ne puis songer à fournir ici tous les résultats. Je me bornerai, comme exemple, à citer le cas d'un lot de Rotengles (*Scardinius erytrophthalmus* L.), pris dans un étang que l'on avait vidé. Ce lot comprenait 170 individus, de tailles différentes, en état de maturité sexuelle. Il se décompose de la manière suivante :

» 1° 91 échantillons mesurant 2^{cm} à 7^{cm} de longueur, comptés du bord postérieur de l'œil à la base de la queue : tous sont mâles.

» 2° 25 mesurant 8^{cm} et 9^{cm} de longueur : 13 sont mâles et 12 femelles.

» 3° 54 mesurant 10^{cm} à 19^{cm} de longueur : tous sont femelles.

» Cette liste démontre non seulement que le nombre des mâles, dans un lot pris au hasard, dépasse celui des femelles, et que la sexualité mâle est d'apparition plus précoce, mais encore elle dénote ce fait intéressant que tous les individus de petite taille, ayant une sexualité affirmée, sont des mâles, et que ceux de grandes dimensions sont exclusivement des femelles. Des résultats similaires sont fournis par les autres espèces des Cyprinides de nos eaux douces. Chacune d'elles possède, en chaque localité, une longueur moyenne où les individus des deux sexes sont en nombre égal ou peu différent; au-dessous de cette longueur, tous les individus sont mâles; et au-dessus, tous sont femelles.

» On peut, d'après cette seule statistique, proposer deux opinions. L'une consiste à admettre l'unisexualité stricte de ces espèces, avec nanisme

des mâles et précocité dans l'apparition de leur sexualité. Seulement, si elle est exacte, on devrait rencontrer, parmi les individus dont la taille se tient au-dessous de la moyenne, et à côté des mâles, de jeunes femelles dont les glandes sexuelles ne seraient point développées encore. La proportion numérique de ces dernières devrait concorder avec celle des femelles adultes. Or, cela n'est pas. Aussi la seconde opinion, relative à l'hermaphrodisme protandrique de ces animaux, paraît plus plausible. Du reste, autant que je puis en juger jusqu'ici, elle s'accorde avec l'étude histologique, sur laquelle j'insisterai dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Variations organiques chez des Poules carnivores de seconde génération.* Note de M. **Frédéric Houssay.**

« Les différents organes dont je vais indiquer la variation sont rapportés soit au poids actif, soit au poids total de chaque animal en expérience (¹). Les deux catégories de rapports sont ordinairement concordantes, sauf dans les cas de variation faible que je signalerai. Je me borne aujourd'hui à publier les valeurs moyennes des rapports au poids actif dans chaque génération : la première granivore, les deux suivantes carnivores. Pour simplifier, je réunis ces données en un graphique composé en comptant sur les abscisses 20^{mm} pour la durée d'une génération, et sur les ordonnées 1^{mm} par *unité* d'organe pour 1^{kg} actif d'animal. L'unité est, suivant le cas, le gramme, le millimètre ou le centimètre. La figure ci-après est un graphique réduit de un quart.

» Les organes se rangent en trois séries : ceux qui ne varient pas, ceux qui décroissent et ceux qui croissent.

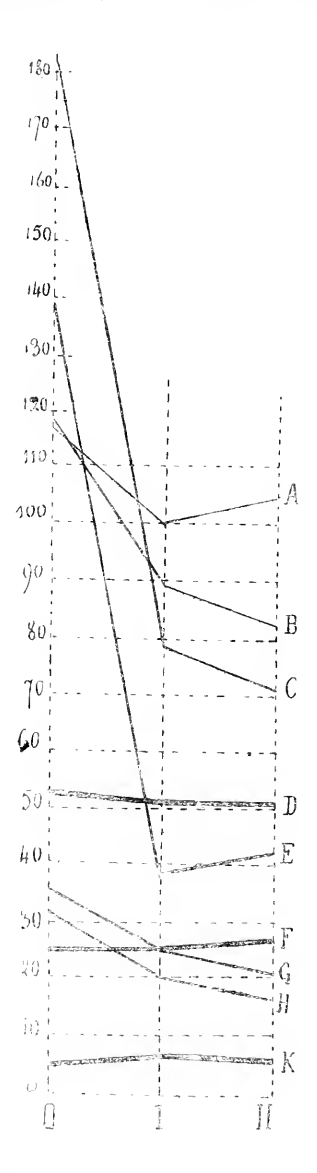
» I. La quantité de sang (courbe D) est restée sensiblement constante; il en est de même pour le cœur (K) qui, après une légère hausse, a diminué d'autant. Enfin, le foie (F) n'a pas varié. Si notre graphique accuse en grammes une très légère ascension, les rapports au poids total donnent une légère baisse, au résumé, pas de modification appréciable. Ce résultat ne concorde pas, au moins pour les Oiseaux, avec une des conclusions de Maurel (²).

» II. Les organes qui ont décru ou qui décroissent encore sont :

» 1° Le jabot, jaugé en centimètres cubes, à l'eau (E) ou au mercure (C); ces deux courbes montrent que si la capacité moyenne ne diminue plus, du moins l'extensibilité

(¹) Voir *Comptes rendus*, 8 décembre 1902.
(²) Voir *Comptes rendus*, 1er décembre 1902.

se réduit encore; 2° l'intestin exprimé en centimètres (A) : le rapport au poids total accuse une légère descente au lieu de l'arrêt marqué ici ; 3° les cœcums exprimés en millimètres (B) ; 4° l'estomac entier (G) ; 5° le gésier (H) ; 6° enfin, le pancréas, qui



ne peut être représenté utilement à cette échelle, et dont la décroissance est marquée par les nombres

2,2 1,9 1,8

» III. Les organes qui croissent sont les reins, dont nous avons parlé déjà, le pou-

mon et la rate. Tous sont de trop faible poids pour notre échelle; leur variation est représentée dans le Tableau suivant :

Rein.	6,2	8,8	10,6
Poumon.	3,9	5	5,1
Rate.	0,9	1,3	1,4

» L'accroissement de la rate ne nous paraît que très indirectement dû à l'alimentation, et seulement par l'intermédiaire de l'accroissement de la mue. Après l'histolyse des ovules et des graisses la rate est simplement de plus en plus encombrée par les leucocytes, ce qui influe sur son poids.

» En examinant ces données, on voit facilement que toutes les variations croissantes ou décroissantes sont beaucoup moins rapides en passant de la deuxième génération à la troisième que de la première à la deuxième. On serait assez porté à croire que les animaux *s'adaptent* à leur nouveau régime et ne varient plus guère sous son influence. Mais l'on pourrait tout aussi bien dire que la première génération carnivore, brusquement changée de régime, a subi une sorte de révolution organique ou de coup de fouet et qu'elle a varié plus que ne comportait le régime nouveau. Des phénomènes que nous ferons prochainement connaître montrent en tous cas que le problème est complexe, et la solution certaine n'en sera donnée que par la suite de l'expérience. On voit aussi de là que toute variation organique obtenue par un changement de règime de quelques mois ou même d'une année n'est guère, malgré son intérêt physiologique ou médical, immédiatement susceptible d'application précise en Anatomie comparée. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'origine du Nebenkern et les mouvements nucléiniens dans la spermatide de* Notonecta glauca. Note de MM. **J. Pantel** et **R. de Sinéty** [1], présentée par M. Alfred Giard.

« *Origine du Nebenkern.* — Comme l'idiozome, nous croyons devoir définir le *Nebenkern* par sa manière d'être une fois qu'il est constitué, c'est-à-dire par sa structure très spéciale et par sa polarité. Ce sont là des caractères sûrs et immédiatement saisissables chez les Insectes, où d'ailleurs cette inclusion atteint ses plus grandes dimensions et son plus haut degré

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 997 et 1124.

de complication structurale. S'ils ne sont pas applicables aux formations de même nom que l'on a décrites dans d'autres groupes, c'est peut-être que leur homologation à celle-ci exigerait de nouvelles études.

» Même à ne considérer que le *Nebenkern* des Insectes, on se trouve en présence de trois opinions, relativement à l'origine de ses constituants :

» *a*. Pour Meves (¹), dont les recherches ont porté sur un Lépidoptère (*Pygaera*), le premier matériel est représenté par des *corpuscules mitochondriens*, différenciés de très bonne heure au sein du cytoplasme et déjà observables dans les spermatocytes. C'est, au fond, l'opinion formulée un peu auparavant, d'après un Hémiptère (*Anasa*), par Paulmier (²), bien que cet auteur ait admis l'intervention possible du reste fusorial, à titre de constituant secondaire (³).

» *b*. L'opinion d'une origine purement fusoriale, proposée pour la Blatte par La Valette, successivement adoptée, pour les Lépidoptères (*Pygaera, Sphinx*) par Platner et pour un Acridien (*Caloptenus*) par Wilcox, vient d'être reprise d'après un Grillon par Baumgartner (⁴).

» *b*. Une opinion mixte a été émise par Henking (⁵) au sujet d'un Hémiptère (*Pyrrhocoris*).

» Les figures que nous avons données montrent suffisamment que l'opinion de Meves s'accorde le mieux avec les résultats fournis par notre objet. Le matériel formateur du *Nebenkern* est le produit d'une différenciation très précoce, se laissant poursuivre jusque dans le spermatocyte de premier ordre et ayant toutes les allures du *corps mitochondrien*. Ce corps, il est vrai, se condense autour du reste fusorial (partie équatoriale); de ce chef, on peut dire que la substance de la dernière figure achromatique intervient, mais comme centre d'orientation, non comme constituant matériel, proprement, sa quantité étant minime par rapport à celle des condensations mitochondriennes; peut-être le Nebenkern lui doit-il sa

---

(¹) Fr. Meves, *Ueber den von La Valette Saint-George entdekten Nebenkern* (Mitochondrienkörper) *der Samenzellen* (*Arch. f. Mikr. Anat.*, 1900).

(²) F.-C. Paulmier, *The Spermatogenesis of* Anasa tristis (*Journ. of Morph.*, 1899).

(³) Il nous paraît que Baumgartner ne tient pas suffisamment compte de cette restriction de Paulmier quand il le compte simplement parmi les partisans de l'origine mixte.

(⁴) W.-J. Baumgartner, *Spermatid transformations in* Gryllus assimilis (*Kans. Univ. Sc. Bull.*, febr. 1902).

(⁵) H. Henking, *Ueber Spermatogenese und deren Beziehung zur Entwickelung bei* Pyrrhocoris apterus (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, 1891).

polarité, il ne lui doit pas en tout cas sa constitution. Quant à dériver les condensations mitochondriennes elles-mêmes des anciennes figures achromatiques des spermatocytes et des spermatogonies, nous ne le pourrions jusqu'ici sans outrepasser les faits ([1]).

» *Échanges de nucléine ou de facteurs nucléiniens entre le noyau et le corps cellulaire.* — L'un des traits les plus frappants du chimisme nucléaire, dans la spermatide, c'est un mouvement à peu près continu, alternatif, qui entraîne hors du noyau, pour l'y ramener plus tard, soit la substance chromatique, soit plutôt quelqu'un de ses constituants plus mobiles. Un tel échange a lieu tout d'abord entre le noyau et le cytoplasme. Du côté du noyau l'appauvrissement chromatique se dénonce par une décroissance très sensible de l'élément nucléinien figuré, tandis que l'enrichissement du cytoplasme est rendu manifeste par l'apparition des *corpuscules chromatinifères;* c'est la phase de sortie. La phase de retour présente cette circonstance inattendue que le transport est effectué par des corps figures spéciaux auxquels nous avons donné le nom de *calottes*. Nous ferons remarquer, au sujet de ces formations, que Broman ([2]) en a probablement vu les éléments formateurs, sans que son matériel lui ait permis de saisir leur destination. Cet auteur parle en effet de corpuscules structurés, hétérogènes, inégalement colorables dans leurs diverses parties : autant de caractères qui conviennent à nos *corpuscules chromatophiles*. Il n'a pas observé leur mode de formation et se montre disposé à les rattacher à une fonction sécrétoire.

([1]) L'étude du *Nebenkern* appellerait celle du corpuscule sidérophile qui apparaît, à un moment donné, entre cette inclusion et le noyau, et duquel pousse le *filament axile*. Nous nous bornerons ici à rendre compte du terme de *blépharoplaste,* par lequel nous l'avons désigné.

C'est actuellement une opinion très généralement acceptée que ce corpuscule n'est autre que le centrosome de la précédente cinèse. Quant à nous, nous avons toujours vu le centrosome disparaître *avant la régression de l'aster,* dans le spermatocyte de deuxième ordre, comme dans celui de premier ordre. Sans nier qu'il puisse passer par une période de non-visibilité, tandis que s'accomplirait sa migration et reparaître ensuite entre le noyau et le *Nebenkern,* nous ne croyons pas avoir des raisons suffisantes d'admettre une continuité substantielle entre ces états. Il nous a paru préférable de faire abstraction de cette hypothèse et d'appliquer au corpuscule formateur du filament axile une désignation empruntée aux botanistes, qui a l'avantage d'en rappeler la fonction actuelle sans préjuger en rien sa genèse.

([2]) I. Broman, *Ueber gesetzmässige Bewegungs- und Wachstungserscheinungen* (*Taxis- und Tropismenformen*) *der Spermatiden*. etc. (*Arch. f. mikr. Anat.*, 1901.)

» *Échanges entre le noyau et l'acrosome.* — Malgré l'apport des calottes, le noyau ne s'enrichit, semble-t-il, que temporairement de substance colorable; le volumineux caryosome qui représente à cette époque la plus grande partie de l'élément nucléinien perd en effet bientôt sa chromatophilie. Par contre, une quantité considérable de matière chromatophile apparaît dans l'acrosome, d'abord sous la forme de masses discrètes, plus tard à l'état diffus; sans vouloir lui attribuer une origine exclusivement et immédiatement nucléaire, il nous paraît difficile que le noyau ne contribue pas à cette accumulation par une nouvelle migration de facteurs nucléiniens. Enfin, les derniers stades de la transformation de la spermatide sont marqués par une condensation et une chromatophilie croissantes de l'élément nucléinien, corrélatives de la diminution graduelle et de la disparition définitive de la colorabilité dans l'acrosome, double phénomène qui pourrait correspondre à une dernière récupération de matière chromatique par le noyau.

» Pris dans leur ensemble, les mouvements nucléiniens qui s'accomplissent dans la cellule mâle, au cours de ses métamorphoses, ne peuvent manquer de rappeler ceux de l'ovocyte. Il s'agit, de part et d'autre, d'une des manifestations les plus sensibles de ce travail intime qu'est la différenciation sexuelle. Seulement la période la plus active de ce travail semble pouvoir se placer à une époque un peu variable, avant (♀) ou après (♂) les divisions maturatives. »

ZOOLOGIE. — *Les otocystes des Annélides Polychètes.*
Note de M. Pierre Fauvel.

« Quelques espèces seulement d'Annélides Polychètes possèdent des otocystes; elles appartiennent presque toutes à la famille des Sabelliens. En dehors de cette famille, ces organes ne se rencontrent que chez quelques Térébelliens, les Arénicoliens, deux ou trois Ariciens et quelques Alciopiens.

» Laissant de côté les Ariciens dont je n'ai pu me procurer de spécimens porteurs d'otocystes et les Alciopiens chez lesquels ces organes diffèrent complètement de ceux des autres Annélides, j'ai étudié à ce point de vue: 6 Sabelliens: *Branchiomma vesiculosum* Mont., *Jasmineira elegans* Saint-J., *Oria Armandi* Clp., *Amphiglena Mediterranea* Leyd., *Myxicola œsthetica* Clp., *M. infundibulum* Mont.; 4 Arénicoliens: *Arenicola marina* L., *A. ecaudata* Johnst., *A. Grubi* Clp., *A. cristata* Stimps.; 2 Térébelliens: *Lanice conchilega* Pall., *Amphitrite Edwardsi* Qtf.

» Chez l'*A. Edwardsi* les otocystes *décrits sur le cerveau* et figurés par M. de Saint-Joseph n'existent pas, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en pratiquant des coupes. On rencontre souvent, enkystés dans les muscles de cette espèce, de petits Distomes. Quand ces kystes se trouvent au voisinage du cerveau ils peuvent induire en erreur, lors d'un examen superficiel, fait par transparence. Le kyste simule une vésicule auditive et l'aspect granuleux de son contenu rappelle vaguement un amas d'otolithes. Sur des coupes l'erreur n'est plus possible et l'on retrouve très nettement les deux ventouses caractéristiques du Distome. Ces kystes se rencontrent un peu partout dans le tissu musculaire.

» Les otocystes de *Lanice conchilega* n'ont été signalés jusqu'ici, chez l'adulte, que par Meyer qui les a seulement figurés à petite échelle et sans description. Ces deux organes sont situés immédiatement au-dessous de l'épais bourrelet glandulaire, épidermique du premier segment branchial. Leur cavité, tapissée de cils vibratiles renferme de nombreux otolithes de 3^{μ} à 9^{μ}, réfringents, irréguliers, anguleux, ne se colorant pas par les réactifs et paraissant formés de petits grains de quartz. Chez l'adulte, ils sont relativement moins développés que chez les jeunes et ils présentent les traces d'un canal atrophié, qui, chez la larve, devait faire communiquer leur cavité avec l'extérieur.

» Chez le *Branchiomma vesiculosum* adulte, les deux otocystes communiquent encore avec l'extérieur par un long canal, très nettement cilié, qui a cependant échappé à Brunotte, ainsi que les cils vibratiles de l'otocyste. Les otolithes nombreux, réfringents, irréguliers, anguleux, insensibles aux réactifs, paraissent être aussi des grains de quartz.

» Chez l'*Arenicola marina*, nous retrouvons également la même structure; otocystes communiquant avec l'extérieur par un canal cilié et renfermant des otolithes constitués par de petits grains de quartz.

» Chez toutes les autres Annélides à *otocystes clos,* nous rencontrons, au contraire, des otocystes sphériques, de nature organique, sécrétés par l'organe. Chez *Oria Armandi, Arenicola cristata, Jasmineira elegans. Myscicola infundibulum* et *M. æsthetica,* l'otolithe est unique. Chez *Amphiglena mediterranea, Arenicola ecaudata* et *A. Grubii,* les otolithes sont très nombreux.

» *Sauf chez ces deux dernières espèces, les otolithes sont mis en mouvement par le jeu des cils vibratiles,* ainsi qu'il est facile de s'en assurer en examinant par transparence, sous le compresseur, des individus de taille convenable. Les mouvements des cils, d'abord très vifs, se ralentissent peu à peu et l'on peut voir nettement et compter leurs battements, ceux-ci durant encore quelque temps après la mort de l'animal en expérience.

» Chez l'*A. ecaudata* et l'*A. Grubii,* les otocystes ne renferment pas trace de cils vibratiles; néanmoins, le mouvement des otolithes est très vif, *et il existe toujours chez l'animal vivant,* ainsi qu'il est facile de s'en assurer : 1° en examinant par transparence, dans un verre de montre, les stades post-larvaires nageant librement dans l'eau de mer sans compression aucune; 2° en étalant sur une lame de verre une bande des téguments enlevée à la partie antérieure d'un adulte bien vivant et débarrassée en partie de la couche musculaire interne. Les otocystes sont alors bien visibles par transparence. Or, soit qu'on les examine ainsi sans autre préparation, soit qu'on les place

dans le liquide cœlomique ou dans l'eau de mer et que l'on recouvre, ou non, d'une lamelle, on constatera toujours le mouvement des otolithes, sauf le cas de lésion de l'otocyste ou de pression trop considérable de la lamelle. J'ai répété cette expérience plus de quarante fois. Ces mouvements peuvent parfois continuer pendant plusieurs heures. On les fait cesser rapidement en crevant l'otocyste avec une aiguille ou en ajoutant des liquides de densité différente ou des réactifs.

» Ces mouvements ne sont donc pas dus à des courants de diffusion produits par la dissection sous l'eau de mer, comme le prétendent Gamble et Ashworth. Contrairement à ces auteurs, j'ai toujours observé ce mouvement dans les otocystes, intacts, montés dans le liquide cœlomique.

» En réalité, cette trépidation des otolithes est due au mouvement brownien.

» Un otocyste renferme habituellement un ou plusieurs gros otolithes (de 15^{μ} à 30^{μ}), un assez grand nombre de taille moyenne, puis une multitude de plus petits, dont beaucoup ont à peine de 1^{μ} à 3^{μ}.

» La masse centrale formée des plus gros otolithes est simplement ébranlée et trépide lentement, tandis que l'espace qui la sépare des parois de l'otocyste est remplie par une multitude innombrable d'otolithes de plus en plus petits, animés d'un mouvement extrêmement vif, et venant jusqu'au contact de la cuticule, ce qui prouve encore l'absence de cils vibratiles sur celle-ci.

» Ce sont ces petits otolithes, animés d'un mouvement brownien très vif, vu leur petite taille (1^{μ} à 3^{μ}), qui ébranlent, par leurs chocs répétés, la masse centrale des otolithes trop gros pour être sujets au mouvement brownien.

» Dans un Mémoire détaillé sur cette question je reviendrai sur la structure et les réactions de ces otolithes.

» Sur les *Arenicola marina, A. Grubii et A. ecaudata,* j'ai réussi à colorer par le bleu de méthylène les cellules sensorielles de l'otocyste. Ces cellules bipolaires, fusiformes, à noyau occupant le centre du renflement, sont disposées radialement. Leur prolongement périphérique à pointe courte et effilée, ou parfois au contraire presque cylindrique, s'étend jusqu'à la limite interne de l'otocyste, tandis que leur extrémité centrale, mince, filiforme, un peu sinueuse, va se perdre dans le nerf de l'organe.

» Les connectifs œsophagiens donnent naissance à trois paires de nerfs, avant leur réunion; la paire la plus antérieure innerve l'otocyste.

» *En résumé*, chez les Polychètes, comme chez les Crustacés et les Mollusques, on rencontre deux sortes d'otocystes :

» 1° Les uns restant en communication avec l'extérieur par un canal cilié et renfermant, dans ce cas, des otolithes formés de corps étrangers (petits grains de quartz);

» 2° Les autres, complètement clos, à otolithes sphériques, à couches concentriques, de nature organique et sécrétés par l'organe.

» Les otocystes clos renferment un ou plusieurs otolithes. Les otolithes sont mis en mouvement par le jeu des cils vibratiles, sauf chez l'*A. Grubii* et l'*A. ecaudata* où ces cils font complètement défaut. Dans ce dernier cas,

le mouvement des otolithes existe néanmoins toujours chez l'animal vivant, *mais il est dû au mouvement brownien et non aux courants de diffusion*.

» L'*Amphitrite Edwardsi* ne possède pas d'otocystes : ce sont de petits Distomes enkystés qui ont été pris pour ces organes. »

ZOOLOGIE. — *Sur des émissions nucléaires observées chez les Protozoaires.* Note de MM. **A. Conte** et **C. Vaney**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons rencontré en abondance, dans l'intestin de *Triton tæniatus* Schn., des Infusoires que nous rapportons à *Opalina intestinalis* Ehrbg. Sur des coupes, cette espèce montre à l'intérieur de son cytoplasme de nombreux granules dont la plupart, tant par leurs formes que par leurs affinités pour certains colorants, ressemblent tout à fait aux noyaux multiples décrits chez *Opalina ranarum* Ehrbg. Il nous a été facile, par un examen plus attentif de déceler l'origine de ces granulations.

« Le noyau de cette Opaline est primitivement unique, très volumineux, de forme ovalaire et limité par une membrane nucléaire bien nette. Ce noyau est très riche en chromatine. Chez quelques individus, il se dédouble et l'on pourrait croire alors qu'il existe un micro et un macronucleus; cette forme a été figurée par Zeiller; elle est en réalité exceptionnelle.

» Chez la plupart de ces Protozoaires, on voit la membrane nucléaire disparaître sur une étendue plus ou moins grande et, par cette ouverture, s'échapper de nombreuses granulations chromatiques qui se disséminent dans le cytoplasme. Cette émission se fait irrégulièrement aux dépens d'une portion plus ou moins importante du noyau et en un point quelconque de ce noyau.

» Il est facile de suivre l'évolution de ces granules dans le cytoplasme. Tout d'abord compacts, ils ne tardent pas à se transformer en sphérules où l'on distingue ordinairement un point central. Ces sphérules ont la même chromaticité que le noyau et elles ont été probablement prises souvent pour de véritables noyaux. La première transformation que montrent ces sphérules est un changement de chromaticité. Par l'hématéine et le bleu de méthylène, elles prennent une teinte rougeâtre de plus en plus accentuée. En même temps, ces sphérules rouges se gonflent, deviennent très volumineuses et prennent une forme discoïdale. Leurs contours s'atténuent et elles finissent par former des membranelles éparses qui paraissent achever de se dissoudre graduellement.

» La formation de ces grains rouges est identique à ce que l'on observe dans les cellules sécrétantes de l'intestin du Triton où l'on voit le noyau changer de chromaticité et se résoudre en granules rouges qui sont émis dans la cavité intestinale. La présence de ces grains est bien connue de tous les histologistes qui les ont décrits

dans les cellules sécrétantes où ils constituent les grains de zymogène. L'origine de ces grains est seule contestée; pour certains auteurs ce sont des formations cytoplasmiques, pour d'autres des dérivés nucléaires. Nos observations établissent nettement leur formation aux dépens de la chromatine. Elles établissent en outre des rapports entre ces grains et les formations ergatoplasmiques des éléments glandulaires.

» Les grains rouges ont été déjà signalés chez des Protozoaires; ils ont été depuis homologués aux corpuscules métachromatiques des levures. Ces corpuscules ont été considérés comme des produits de réserve; en étudiant sur coupes des levures de bière, nous avons pu constater que les corps métachromatiques offrent toutes les réactions bien connues comme caractéristiques des grains de zymogène.

» Les faits que nous avons observés sont importants en ce qu'ils permettent d'interpréter la formation des noyaux vitellins dans les œufs d'Insectes, de Myriapodes, de Vertébrés, etc. Ces noyaux sont des pseudonoyaux, simples émissions nucléaires, comme l'ont constaté beaucoup d'auteurs et en rapport avec la digestion du vitellus par l'embryon.

» *En résumé*, nous concluons, tant de nos recherches que de l'interprétation qu'elles permettent de faits bien connus, que le noyau participe directement à la formation des grains de zymogène et des productions ergatoplasmiques et que, par suite, il a un rôle d'une haute importance dans les phénomènes de digestion aussi bien intra-cellulaires qu'extracellulaires. »

ZOOLOGIE. — *L'organisation du* Trepomonas agilis *Dujardin*. Note de M. P.-A. Dangeard, présentée par M. Guignard.

« Dans le cours de nos observations sur les Protozoaires et les Protophytes, nous avons eu l'occasion d'élucider la structure du *Trepomonas agilis* déjà étudié par un grand nombre d'auteurs parmi lesquels il faut citer Stein, Butschli et Klebs.

» Le *Trepomonas agilis*, contrairement à la description qui en a été donnée, ne répond pas au schéma ordinaire des Flagellès; il est constitué par une *cellule double*; c'est le premier exemple dûment établi d'une telle organisation dans ce groupe; mais il est à prévoir que cette particularité se retrouvera chez les genres voisins de la famille des *Distomatineæ*.

» L'espèce se développe dans les infusions; le corps est aplati; son contour est ovale ou elliptique; il existe deux groupes de flagellums opposés l'un à l'autre dans la partie équatoriale; sous chacun d'eux se trouve une ouverture pour l'entrée des aliments.

» Nous laisserons de côté les détails de nature purement morphologique pour insister sur la disposition de l'appareil nucléaire.

» Sur les exemplaires fixés et colorés, on remarque à l'avant du corps une formation chromatique recourbée en croissant : les deux extrémités amincies de l'arc se prolongent jusqu'au point d'insertion des flagellums. Cette apparence nous avait fortement intrigué au début et nous avons cherché pendant longtemps un noyau en dehors de cet appareil chromatophile. L'arc se compose de deux parties réunies au contact à l'avant du corps par leur extrémité renflée : chacune a la valeur d'un noyau et comprend une membrane nucléaire très nette et un nucléoplasme peu chromatique.

» L'étude de la division nucléaire pouvait seule justifier cette interprétation.

» Le *Trepomonas*, au moment où il se prépare à une bipartition, augmente d'épaisseur; chaque noyau forme son fuseau suivant cette direction; les deux tonnelets à la métaphase sont parallèles et très distincts l'un de l'autre quoique se touchant presque. L'échancrure, qui sépare suivant un plan médian vertical les nouveaux individus, conserve donc à chaque organisme deux éléments nucléaires *d'origine différente*; ceux-ci en passant à l'état de repos reprennent leur disposition en croissant.

» *En résumé*, la cellule du *Trepomonas* renferme deux énergides : elle représente un organisme double comparable aux deux frères siamois, avec cette différence toutefois qu'il s'agit ici d'une organisation normale se transmettant à travers toutes les générations.

» Nous proposons de désigner sous le nom de *Diplomonadiens* les Flagellés possédant cette structure et sous le nom plus général de *Diplozoïdes*, les animaux ainsi constitués.

» Chez le *Trepomonas*, l'origine de cette anomalie provient soit d'un *dédoublement primitif*, soit de la *fusion incomplète* de deux individus; en tout cas, elle s'est transmise à la descendance; nous retrouvons dans l'*Amœba binucleata* un phénomène analogue : d'autres Diplozoïdes pourraient devoir leur organisation à un dédoublement s'effectuant à chaque génération.

» L'existence des Diplozoïdes soulève une foule de questions intéressantes; nous nous proposons d'en développer quelques-unes dans un prochain Mémoire. »

BOTANIQUE. — *Le bois intermédiaire*. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« La distribution des vaisseaux de la racine peut être envisagée à trois points de vue différents, suivant : 1° leur origine, 2° leur position, 3° leur succession.

» On admet une concordance entre les trois caractères d'origine, de position et de succession. De cette façon, le *bois primaire* serait défini par

sa formation : 1° aux dépens du méristème primitif, 2° en bandes rayonnantes, 3° en direction centripète; le *bois secondaire* par sa formation : 1° aux dépens du méristème secondaire, 2° dans le péricycle extra-ligneux et le conjonctif intra-libérien, 3° en direction centrifuge.

» Si fréquente que soit cette concordance, elle n'est pas nécessaire. Déjà M. Van Tieghem a signalé, sous le nom de *métaxylème,* des vaisseaux situés entre les rayons ligneux et les îlots libériens, dans le conjonctif non recloisonné. Au point de vue génétique, le métaxylème appartiendrait au bois primaire, tandis qu'il concorde avec le bois secondaire pour la position et l'ordre de succession.

» Dans la racine de *Gentiana ciliata,* nous avons vu, au voisinage du vaisseau primitif, des cellules du péricycle encore simples se différencier en vaisseaux en même temps que des cellules du conjonctif intra-libérien. Tous les éléments qui, par leur situation topographique, sont appelés à évoluer en bois secondaire, sont donc susceptibles de s'organiser directement en vaisseaux sans s'être constitués en méristème secondaire.

» L'étude des racines de la même plante nous a offert, en outre, des transitions : 1° entre le méristème primitif et le méristème secondaire, 2° entre les vaisseaux disposés en séries rayonnantes et les vaisseaux disposés en îlots ou en nappes entre les rayons ligneux et les groupes libériens, 3° entre l'ordre centripète et l'ordre centrifuge.

» 1° Quand on parle de méristème secondaire, on tient compte uniquement des cloisonnements qui affectent simultanément plusieurs cellules contiguës et qui se répètent plusieurs fois en donnant, dans chaque cellule-mère, une série de cloisons parallèles. Ce sont les plus faciles à vérifier, puisque la marche des divisions cellulaires reste inscrite sur le tissu adulte.

» On néglige à tort les cloisonnements moins réguliers qui se produisent dans le plérome en voie d'accroissement. Leur intervention dans la production du métaxylème n'est pas exclue par les observations antérieures; en sorte qu'on n'est pas en droit de rattacher ce groupe de vaisseaux au bois primaire plutôt qu'au bois secondaire auquel le rattache sa topographie.

» Si nous envisageons, dans les racines de *Gentiana ciliata,* les vaisseaux péricycliques extra-ligneux, nous verrons, tantôt une série répondant au type classique du bois secondaire, tantôt un vaisseau touchant en dedans le vaisseau primitif, en dehors l'endoderme, tantôt enfin un vaisseau formé dans un segment de cellule péricyclique taillée en biseau, de telle sorte que sur une coupe, il touche l'endoderme, tandis que, sur la suivante, il en est séparé par la moitié non différenciée de la cellule péricyclique.

» 2° Dans les plus fortes racines de *Gentiana ciliata,* deux bandes ligneuses de trois vaisseaux chacune occupent un plan diamétral et restent séparées par une ou deux

cellules parenchymateuses; dans les racines plus grêles, le troisième vaisseau, parfois déjà celui qui suit le vaisseau primitif, est dévié en sens inverse pour chaque bande, en sorte que les bandes vasculaires planes sont remplacées par des surfaces à coupe spiralée chevauchant l'une sur l'autre.

» 3° Dans l'exemple précédent, les premiers vaisseaux ne se succèdent pas en direction centripète, mais s'écartent de plus en plus du rayon. Il est alors impossible d'établir une limite entre le bois centripète et le bois centrifuge, puisque tous les vaisseaux organisés avant l'apparition du recloisonnement régulier se succèdent suivant un ordre intermédiaire entre l'ordre centripète et l'ordre centrifuge et conduisent progressivement du vaisseau primitif aux vaisseaux issus d'un méristème secondaire.

» Nous proposons de réunir, sous le nom de *bois intermédiaire*, une série indéterminée de formations ligneuses qui, comme les précédentes (y compris le métaxylème), s'écartent de la notion classique de bois primaire et de bois secondaire, soit par leur origine, soit par leur position, soit par leur ordre de succession. Loin de créer une nouvelle catégorie fermée entre les deux catégories classiques, nous voyons, dans le bois intermédiaire, une manifestation de la loi de continuité qui relie, dans le temps et dans l'espace, les divers éléments du bois de la racine. Des interruptions topographiques et chronologiques, produites secondairement, avaient fait méconnaître cette loi. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉLALE. — *Influence de l'aldéhyde formique sur la végétation de quelques Algues d'eau douce*. Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré que le *Nostoc Punctiforme* et l'*Anabœna* cultivés ensemble dans un endroit assez obscur pour perdre la propriété de décomposer l'acide carbonique, végétaient encore et donnaient des récoltes abondantes lorsque j'ajoutais du méthylal à leurs solutions nutritives.

» Je me suis proposé de rechercher si une plante verte pouvait être alimentée avec de l'aldéhyde formique. La toxicité de cette aldéhyde étant connue depuis longtemps je devais m'assurer en premier lieu qu'il y avait moyen d'obtenir des cultures en sa présence. Des expériences préliminaires m'apprirent bientôt que plusieurs Algues et notamment l'*Anabœna* et des *Nostocs* supportaient une trace d'aldéhyde. Ce résultat acquis j'ai disposé plusieurs essais de culture dans les conditions suivantes :

» 1° Au mois de juillet 1901, j'ai préparé une solution nutritive dont j'ai déjà donné

la formule et j'ai versé $2^l,5$ de cette solution dans deux grands matras de 3^l qui furent ensemencés avec un voile mince de *Nostoc* et d'*Anabæna*. Ces matras furent placés dans une terre voisine du laboratoire et dans un endroit où la lumière arrive si faible que les plantes ne se développent qu'à la condition d'être alimentées avec une matière organique. En ajoutant des gouttes d'aldéhyde à leurs solutions nutritives et en renouvelant plusieurs fois cette addition, les plantes végétèrent normalement.

» 2° Au cours de cette année, j'ai repris ces essais. Toutefois, j'ai tenu à me servir d'une aldéhyde rigoureusement pure, ne contenant aucune trace de méthylal ou d'alcool méthylique. Cette aldéhyde a été préparée dans ce but par M. Trillat, chef de service à l'Institut Pasteur, que je suis heureux de remercier ici.

» Le 14 avril 1902, j'ai placé trois grands matras préparés comme dans l'expérience n° 1 dans l'endroit peu éclairé que j'utilise habituellement. Ces matras furent ensemencés avec un mélange de Nostoc et d'Anabœna pris dans des cultures antérieures et reçurent en même temps trois gouttes de la solution d'aldéhyde de M. Trillat; cette solution était à 25 pour 100. Mes matras furent entourés de huit autres matras qui restèrent dépourvus de toute matière organique et constituèrent ainsi des témoins.

» Dans mes grands matras contenant de l'aldéhyde formique les plantes ayant commencé à végéter dès que la température atteignait 20°, je continuais à verser régulièrement des gouttes d'aldéhyde, et au 31 juillet, j'étais en possession de récoltes suffisantes. La culture fut poursuivie jusqu'au 1er octobre, date à laquelle j'ai mis fin à l'expérience.

» Ces résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Numéros des matras.	Poids des récoltes pesés à l'état sec.	Aldéhyde retrouvée dans 500^{cm^3} de la solution nutritive.
Matras témoins	Néant.	»
Matras n° 1	$0^g,073$	Traces.
» n° 2	$0^g,335$	Traces.
» n° 3	$1^g,601$	Néant.

» Toutefois, dans le matras n° 3, une algue nouvelle non semée s'était développée à côté des deux premières, et cette circonstance m'engagea à soumettre un échantillon de cette culture à M. Bornet, qui a bien voulu me transmettre la Note suivante :

» La majeure partie du voile que vous m'avez apporté est composée d'un Nostoc qui » n'est pas le punctiforme et qui était en bel état de végétation. La manière dont les » filaments s'agglomèrent, la couleur ardoisée de la chromule indiquent une autre » espèce. Le Nostoc est mélangé d'*Anabæna* et d'une assez grande quantité de *Chlo-* » *rella vulgaris*. »

» Des cellules de *Chlorella vulgaris* se sont introduites dans le matras n° 3 au cours de l'expérience, et je me propose de faire bientôt des cultures de cette Algue en présence de la formaldéhyde.

» En répétant ces essais dans un endroit sensiblement moins éclairé que le précé-

dent, je n'ai obtenu que quelques colonies de Nostoc et d'*Anabæna* qui se sont développés péniblement à la surface des solutions nutritives. A l'obscurité complète les cultures ont totalement échoué.

» *Conclusions*. — 1° L'aldéhyde formique peut servir d'aliment au Nostoc et à l'*Anabæna* cultivés dans une solution nutritive assez peu éclairée pour que ces plantes, ne conservant plus la propriété de décomposer l'acide carbonique, soient obligées de vivre aux dépens d'une matière organique.

» 2° Une certaine quantité de lumière est nécessaire pour permettre au Nostoc et à l'*Anabæna* de polymériser l'aldéhyde formique et le minimum de cette quantité de lumière est très voisin de celui qui est nécessaire à ces plantes pour décomposer l'acide carbonique aérien. »

BOTANIQUE. — *Sur la végétation du lac Pavin*. Note de M. C. **Bruyant**, présentée par M. Perrier.

« Dans ses *Recherches sur la végétation des lacs du Jura*, M. le professeur Magnin a déterminé d'une façon précise le mode de distribution des végétaux dans les lacs de cette région. Les zones s'échelonnent régulièrement sur la grève, la beine, le mont et le talus du lac, jusqu'à une profondeur maximale de 12^m à 13^m, au delà de laquelle on ne rencontre plus de végétation macrophytique.

» Les études poursuivies au lac Pavin montrent que cette stratification y existe d'une façon très nette. Elles amènent en outre à reculer d'une façon sensible la limite inférieure de la zone littorale occupée par la végétation macrophytique.

» La rive du lac présente une inclinaison considérable; par suite, la beine est très étroite. Les végétaux ne trouvent donc qu'un champ restreint pour se développer; le nombre des espèces est réduit; mais si la flore est pauvre, le tapis végétal n'en est pas moins fourni.

» Les plantes de la première zone (Phragmitrie) sont très disséminées. Elles appartiennent aux espèces suivantes : *Phalaris arundinacea, Equisetum limosum, Equisetum palustre*.

» La zone des Myriophilles s'étend depuis le bord jusqu'à la profondeur maximale de 4^m. C'est en réalité la première zone littorale. L'espèce prédominante est le *Myriophyllum spicatum*, à laquelle se joignent çà et là les *Ranunculus aquatilis, Callitriche hamulata, Potamogeton natans*.

» La Potamogetonaie est très nettement caractérisée. Elle forme une ceinture presque continue entre les courbes isobathes de 4^m et de 7^m, empiétant par endroits sur les zones voisines (minimum, 2^m; maximum, 8^m). Elle est exclusivement occupée

par *Potamogeton prælongus* Wulf. Cette forme intéressante, connue des lacs allemands et de certains lacs suisses, est nouvelle pour notre région. M. Magnin avait signalé le premier sa présence en France dans les lacs de Val-Dessous (alt., 518^m), de Saint-Point (alt., 849^m), des Taillères (alt., 1037^m), de Bellefontaine (alt., 1088^m) et du Boulu (alt. 1152^m) (Jura oriental et central).

» Enfin, la zone des *Chara* succède à la précédente jusqu'à la profondeur de 17^m. Les sondages effectués au lac Chauvet indiquent la même limite inférieure.

» D'autre part, le F. Héribaud a signalé la présence, dans la zone de la grève, d'un certain nombre de mousses parmi lesquelles : *Amblystegium irriguum* var. *heterophylla*, découverte par Thériot en septembre 1893, *Fontinalis squamosa*, *F. antipyretica* et *F. arvernica*. Cette dernière, décrite par Renaud en 1886, a été trouvée également à Lugano (Italie) et à Pola (Istrie), ainsi que Cardot l'a constaté dans l'herbier de Bottini ([1]). La *Fontinalis arvernica* est une forme très voisine de la *F. antipyretica* dont elle semble une race adaptée, non seulement à la vie lacustre, comme l'ont indiqué déjà certains bryologues (Cardot, Limpricht, Héribaud), mais encore à la vie profonde. Nous l'avons, en effet, rencontrée dans différents sondages et elle atteint au moins la profondeur de 25^m, à laquelle elle est encore abondante dans quelques points du lac ([2]).

» Ces faits démontrent que, dans les lacs d'Auvergne ou du moins dans certains d'entre eux, la végétation s'étend jusqu'à une profondeur bien plus considérable que dans les lacs du Jura. Des deux facteurs, radiation et température, qui régissent la répartition des végétaux dans la zone profonde, on ne peut guère retenir que le premier. C'est ce qu'indiquent, en effet, la comparaison des altitudes auxquelles se trouvent situés les différents lacs étudiés et celle des chiffres fournies par les observations faites à l'aide du disque de Secchi. Ces observations accusent une transparence bien plus marquée en faveur de nos lacs, en particulier Pavin et Chauvet (8^m à 10^m au lieu de 3^m à 5^m en moyenne). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une forme conidienne du Champignon du Black-rot.* Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« J'ai signalé en avril 1901 ([3]) une forme conidienne du Champignon du Black-rot [*Guignardia Bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz], forme déjà vue

---

([1]) Héribaud, *Les Muscinées d'Auvergne*, 1899.

([2]) Forel a signalé l'existence du *Thamnium Lemani* Schnetzler par 60^m de profondeur, sur la moraine sous-lacustre d'Yvoire, dans le lac de Genève. C'est là « un cas unique et encore inexpliqué ». Forel, *Handbuch der Seekunde*, p. 188. Stuttgart, 1901.

([3]) *Comptes rendus*, 1er avril 1901.

aux États-Unis et figurée par Lamson Scribner en 1887, mais qui n'avait pas été vue en France, où elle ne semble pas d'ailleurs fort répandue.

» MM. Viala et Ravaz avaient décrit en 1886 une forme toute différente qu'ils considéraient comme se rapportant au Champignon du Black-rot et M. Viala l'a figurée comme forme conidienne du *Guignardia Bidwellii*, dans son Ouvrage sur les maladies de la Vigne. Il a décrit dans la *Revue de Viticulture* (T. VI, p. 521) les infections de raisins faites par lui avec ces sortes de conidies, qui, telles qu'il les a figurées se rapportent sans doute à un *Verticillium* ou à un *Acrocylindrium*.

» M. Viala a contesté que la forme conidienne que j'ai décrite appartienne au cycle de développement du *Guignardia Bidwellii;* il y verrait plutôt un saprophyte venu par hasard sur les sclérotes, les pycnides ou les spermogomies de ce Champignon.

» J'ai pu faire cette année (1902) la preuve des faits que j'avais précédemment avancés.

» J'ai rencontré à Brives, en août dernier, des grains de raisin, chargés des pustules noires du Black-rot, sur lesquelles je reconnus la forme conidienne que j'avais observée précédemment. Un nouvel envoi que me fit dès mon retour à Paris M. Labounoux, professeur d'agriculture à Brives, me permit de faire toutes les recherches nécessaires sur le caractère infectant de cette forme conidienne. Plusieurs de ces grains ne portaient que des sclérotes avec forme conidienne, sans aucune pycnide, ni spermogonie fructifiée. C'est de ces derniers que je me suis servi pour mes essais d'infection.

» Cette forme conidienne, telle que je l'ai décrite, présente les caractères d'un *Scolecotrichum*; les conidies sont toujours isolées à l'extrémité d'un filament fructifère dressé, ou parfois d'une courte ramification latérale divariquée et insérée près du sommet.

» A la germination faite en chambre humide, dans l'eau distillée, on voit généralement un seul filament germinatif hyalin se produire à une extrémité de la conidie. A une certaine distance de son point d'origine, il s'y forme des cloisons; le filament se colore à peine, et je n'ai pu y observer de production de conidies secondaires ou de chlamydospores. Les germinations se comportent à peu près de même dans les milieux nutritifs.

» J'ai tenté l'infection de grappes laissées sur le cep, mais placées dans un milieu saturé d'humidité avec des conidies prélevées directement sur des sclérotes.

» Parmi les essais effectués, quatre infections ont été faites en déposant ces conidies sur la surface *intacte* des raisins. J'ai constaté au bout de 12 jours trois infections. Deux d'entre elles ont donné abondamment à la fois des sclérotes et des pycnides, et plusieurs de celles-ci montraient la forme conidienne.

» Bien que cette expérience parût très démonstrative, on pouvait craindre cependant que le mycélium de *Guignardia* contenu dans la portion du grain ayant servi à l'infection ait pu pénétrer dans le raisin et y produire ainsi l'infection. Pour répondre

à cette objection, dans une seconde série d'essais d'infection, je me suis servi *exclusivement* de germinations de conidies brunes prises sur les grains choisis dépourvus de tout conceptacle fructifié. Sur cinq grains infectés avec les conidies germées, trois ont montré l'atteinte du Black-rot au bout de 12 jours, et ils portèrent des sclérotes et des pycnides en voie de sporulation, quelques-uns avec forme conidienne.

» Ces expériences me paraissent fournir la preuve incontestable de l'exactitude des faits que j'ai avancés dans ma première Communication. Les observations sont encore trop peu nombreuses pour déterminer l'importance de cette forme au point de vue de l'extension du Black-rot en France. Mais il semble bien prouvé, en tout cas, comme l'a dit en Amérique M. Lamson Scribner, que la persistance de l'humidité est la condition indispensable de son évolution, comme de celle des autres formes de fructification du *Guignardia Bidwellii*. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques rapprochements entre la genèse des Gîtes Métallifères et la Géologie générale*. Note de M. **L. De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

« La cristallisation des minerais dans leurs gisements accessibles à nos efforts présente un caractère accidentel, qui, joint à leur valeur industrielle toute spéciale, a contribué à faire envisager leur genèse comme un sujet d'études distinct et à l'isoler de la Géologie générale. Cet accident se rattache pourtant, d'une façon très intime, au phénomène d'ensemble, qui constitue la formation de notre globe et je voudrais indiquer sommairement comment il est permis d'étendre aux gîtes métallifères, pour mettre de l'ordre dans leur classification et dans leur histoire, certains résultats récemment acquis par la science géologique.

» L'idée toute naturelle qui m'a guidé a été de considérer les formations métallifères comme un corollaire des formations de roches cristallines, celles-ci étant elles-mêmes un contre-coup des mouvements tectoniques : ce qui met en évidence le lien intime, par lequel se rattachent l'une à l'autre les trois sciences de la tectonique, de la pétrographie et des gîtes métallifères.

» La relation originelle des minerais avec les roches éruptives implique, pour s'accorder avec leur isolement actuel, un processus, où les actions de simple différenciation, de liquation, de ségrégation proprement dite ont pu

intervenir ([1]), mais où j'ai été conduit à attribuer, presque partout, suivant l'exemple d'Elie de Beaumont, un rôle important aux fumerolles, dont j'ai essayé autrefois de préciser et de classifier le rôle ([2]).

» On arrive à un groupement rationnel des gîtes métallifères et, par suite, à une idée tout à fait générale sur leur mode de formation en considérant : 1° ce qui a dû se produire dans une région déterminée, pendant une période de plissement déterminée, en raison des déplacements de magmas éruptifs provoqués par ce plissement et des localisations métallifères qui en ont été la conséquence ; 2° en comparant les unes aux autres les diverses régions métallifères situées sur une même chaîne de plissement ou dans des conditions comparables par rapport à cette chaîne et montrant ainsi l'unité fondamentale de ces longues zones métallifères, directement reliées à la disposition tectonique du continent envisagé ; 3° en établissant, au contraire, les différences entre les diverses zones métallifères que présente un continent : zones dont l'âge de formation et, par suite, la profondeur initiale (résultant des érosions plus ou moins avancées) sont très dissemblables ; ce qui permet, en résumé, de retracer l'histoire métallifère du continent, comme on l'a fait pour l'histoire tectonique et l'histoire pétrographique, et de relier les unes aux autres les phases principales de ces trois histoires.

» Le résultat général de cette étude est — sans nier la possibilité d'une évolution progressive dans les conditions d'ensemble qu'a présentées notre globe au fur et à mesure de son refroidissement ; en admettant également l'existence de conditions locales, manifestées par les types chimiques de groupes rocheux, sur lesquels on a beaucoup insisté dans ces dernières années, — de mettre en relief des récurrences très nettes, qui, à chaque plissement, ont provoqué des successions de phénomènes métallifères analogues.

» Ainsi, pour le premier point : [1°] dans une région déterminée, la succession ordinaire des fumerolles, d'abord chlorurées, puis sulfurées, puis carburées, que Sainte-Claire Deville et M. Fouqué ont observées dans les phénomènes volcaniques, paraît s'être traduite par des cristallisations successives de minerais, où ont dominé tour à tour les influences de ces trois réactifs (chlore, soufre, carbone) à des distances différentes du

---

([1]) Voir : *Contribution à l'étude des gîtes métallifères. I : Sur l'importance des gîtes d'inclusions et de ségrégation* (*Annales des Mines*, 1897).

([2]) *Formation des gîtes métallifères*, 1 vol., 1893, p. 30, 129, etc.

magma éruptif fondamental, ou à des étapes distinctes de sa montée et de son refroidissement. C'est quelque chose d'analogue à la relation que l'on peut observer, en pétrographie, entre les granites, microgranulites, porphyrites, etc., d'une même formation.

» [2°] Sur toute la longueur d'une même chaîne de plissement, ces phénomènes sont comparables et à peu près contemporains. Quand on passe, au contraire, d'une chaîne à une autre, on trouve, pour les minerais comme pour les roches, des récurrences de séries analogues à des âges divers. Suivant l'âge de la chaîne, la richesse, l'abondance des types représentés ne sont, il est vrai, pas les mêmes; on rencontrera, par exemple, moins d'étain et plus de mercure dans une chaîne tertiaire que dans une chaîne primaire, de même qu'on y observe plus de roches d'épanchement et moins de magmas cristallisés en profondeur, à type granitique ou basique; mais, comme pour les roches, plus les études se multiplient, plus les séries se complètent, plus aussi on est conduit à s'écarter des idées anciennes, qui attribuaient un ou deux âges uniques à chaque métal comme à chaque roche.

« [3°] Les différences que l'on observe en passant d'une zone à l'autre entre les types régionaux (suivis, d'autre part, sur toute la longueur d'une même chaîne) peuvent s'expliquer, ainsi que j'ai essayé de le montrer précédemment (1), par la profondeur plus ou moins grande mise à nu par les érosions sur la chaîne considérée.

» J'ajoute que l'on peut observer encore cette relation générale des genèses métallifères avec la Géologie en passant des minerais d'inclusions et de ségrégation, ou des minerais filoniens, aux minerais sédimentaires. Ceux-ci également obéissent à des lois, que l'on retrouve toujours les mêmes sur la longueur de certaines zones en rapport direct avec les mouvements orogéniques; ils sont, en effet, le produit de concentrations, qui se sont effectuées, soit dans une série de lagunes isolées et évaporées sur le bord d'une chaîne, comme c'est le fait pour le cuivre et le plomb le long de la chaîne hercynienne en Europe, soit sur un rivage ancien, comme cela arrive pour le fer et le phosphore. »

---

(1) *Comptes rendus : Sur les types régionaux de gîtes métallifères* (11 mars 1900). *Sur la notion de profondeur appliquée aux gisements métallifères africains* (23 juin 1902). — *Les richesses minérales de l'Afrique* (1 vol., 1902). — *La répartition et les caractères de la richesse minérale en Afrique* (*Revue générale des Sciences*, 30 nov. 1902).

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des formations volcaniques anciennes de la Martinique.* Note de M. J. GIRAUD, présentée par M. Michel Lévy.

« Pendant la dernière semaine du séjour que j'ai fait à la Martinique avec la mission désignée par l'Académie des Sciences, j'ai pu parcourir rapidement la partie orientale et méridionale de l'île, c'est-à-dire la région comprise entre Fort-de-France, Bourg-Sainte-Marie et l'extrémité méridionale vers Bourg-Sainte-Anne. Bien que mes observations soient encore bien incomplètes, je crois intéressant d'en faire connaître les résultats relatifs à l'âge des premières éruptions anciennes.

» La région que j'ai parcourue est entièrement formée par des tufs volcaniques avec dykes et coulées de labradorites. Ces roches sont profondément altérées aux affleurements, d'ailleurs assez rares, et transformées en une argile brune ou rougeâtre dont l'épaisseur dépasse souvent plusieurs mètres. Dans les tranchées de routes récentes et assez profondes, on peut s'assurer que les tufs qui forment la plus grande partie de la masse sont le plus souvent dépourvus de stratification. Leur épaisseur est considérable et certainement supérieure à 200^{m}. On ne possédait jusqu'ici aucune donnée précise sur leur âge. Un seul fossile : *Turritella tornata* du Miocène des Antilles y avait été signalé ([1]) sans indication de gisement. Au moment de mon départ, M. Cossmann avait eu l'obligeance de m'indiquer que ce fossile, ainsi que des Olives, des Bivalves et des Foraminifères, provenait d'une terre noire, mélangée de glaise rougeâtre, aux environs de la rivière du Galion, près de la Trinité. Les relations de cette terre noire avec les formations volcaniques de l'île étaient ignorées.

» En plusieurs points j'ai observé une stratification nette dans ces tufs volcaniques et, en même temps, le mélange en proportions plus ou moins grandes d'éléments calcaires. C'est ainsi que près du Marin, dans les tufs stratifiés, il existe des lits marneux et des couches d'un calcaire impur, noduleux, mélangé de débris volcaniques; sur la route du Vauclin, ces couches supportent des bancs irréguliers d'un calcaire parfois oolitique, d'autres fois marmoréen et très dur, dans lequel l'infiltration de l'eau a creusé des cavités sinueuses (comme dans le *calcaire à ravets* étudié par Duchassaing à la Guadeloupe). J'ai observé les mêmes intercalations de calcaire sur la route du Marin au Vauclin, près de l'habitation Puyferrat et, plus au nord, dans la presqu'île de la Caravelle, à l'ouest de l'habitation Spoultourne. Ces calcaires renferment des restes indéterminables et très clairsemés de Gastéropodes avec des Foraminifères. L'examen des coupes minces de ces roches a montré à M. Douvillé qu'elles étaient formées par une agglomération de débris de *Lithothamnium* associés à des Orbitoïdes

---

([1]) DOUVILLÉ, *Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama* (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. XXVI, 1898, p. 587).

(*Lepidocyclina*) et à des *Amphistegina*. Les algues calcaires sont particulièrement abondantes dans les calcaires de la Caravelle, tandis que les débris volcaniques (verre avec labrador et labrador-bytownite) sont si nombreux dans les roches du Marin qu'elles apparaissent parfois comme des tufs calcaires. La présence des *Lepidocyclina* permet d'affirmer que ces calcaires ainsi que les tufs encaissants appartiennent à l'Aquitanien.

» A l'ouest du bourg de la Trinité, près de l'habitation Bassignac, au-dessus des formations calcaires, j'ai découvert un gisement fossilifère dans des tufs labradoritiques très altérés, paraissant dépourvus de stratification. Ce gisement, d'après les renseignements de M. Bailly, de la Trinité, est à quelques centaines de mètres de celui qui avait fourni les fossiles de M. Cossmann et qui est aujourd'hui oblitéré et couvert de végétation. Je n'ai pu encore dégager et étudier les nombreux fossiles engagés dans le tuf; parmi les échantillons recueillis à la surface du gisement, j'ai déterminé les espèces suivantes :

» *Turritella tornata* Guppy, excessivement abondante. *T. Gatunensis* Conr., *Terebra duplicata* Lin., *Conus granozonatus* Gup., *C. marginatus* Sow., *Columbella ambigua* Gup., *Phos* cf *Guadalupensis* Petit, *Natica* (*Stigmaulax*) *sulcata* Born, *N. Milleri* Gabb, *Oliva hispidula* Lam., *Bulla* cf *plicatula* Grat., *Pecten scabrellus* Lam., *P. oxygonum* Sow., *Chama* (*Echinochama*) *arcinella* Lam., *Cytherea* (*Callista*) *planivieta* Gup., *Venus Woodwardi* Gup., *Crassatella* cf *mactropsis* Conr., *Cardium haitense* Sow., *Cardita* sp.; *Clypeaster ellipticus* Mich. *Scutella, Flabellum* cf *acutum* M. E. et H., *Orbitolites* (*Amphisorus*) ([1]).

» L'âge de cette faune, caractérisée surtout par *Turritella tornata, Natica sulcata, Clypeaster ellipticus* et les Orbitolites, est bien connu : la plupart des espèces existent dans les couches de Gatun (isthme de Panama) qui appartiennent, comme l'a montré M. Douvillé, au Miocène inférieur.

» Il est intéressant de noter les grandes analogies que présentent les formations de la Martinique et celles de l'isthme de Panama : les calcaires inférieurs du Marin et de la Caravelle doivent être rapprochés du système inférieur de Panama (couches de San Juan et de Peña Blanca), tandis que les tufs des environs de la Trinité renferment une faune identique à celle du système supérieur de l'isthme, tel qu'il a été établi par M. Douvillé. Ces analogies se retrouvent d'ailleurs pour les terrains de cette époque compris dans la Mésogée; les ressemblances des faunes néogènes martiniquaises avec celles de l'Aquitaine et du bassin méditerranéen sont nombreuses. M. Schlumberger a été frappé par la ressemblance des tufs calcaires à Orbitoïdes du Marin avec ceux du même âge qui existent à l'île Christmas, dans l'océan Indien.

([1]) Ces déterminations ont été faites à l'Ecole des Mines, dans le laboratoire de M. Douvillé, que je tiens à remercier de ses conseils et de ses renseignements.

» De ces observations il résulte donc que les tufs labradoritiques des parties centrale et méridionale de la Martinique, correspondant aux éruptions qui paraissent les plus anciennes, ont pris naissance pendant l'Oligocène et le Miocène inférieur. Ils ont, ensuite, continué à se former pendant une longue période, si l'on en juge par la masse de ces formations qui surmonte les couches fossilifères.

» De nouvelles recherches seront nécessaires pour fixer l'âge des dernières éruptions labradoritiques ainsi que celui des rhyolites de la partie méridionale (Diamant, les Islets) et occidentale de l'île (région du Carbet), en même temps que le début des éruptions andésitiques de la Montagne Pelée. Des études plus détaillées permettraient, en outre, de préciser l'âge et la nature des mouvements du sol qui ont affecté l'île jusqu'à une époque relativement récente, comme le montrent la forme particulière des vallées près de la mer et l'existence de calcaires coralligènes à faune récente, émergés sur la côte orientale. Ces calcaires, ceux des anses de Macabou, au sud du Vauclin notamment, sont probablement l'équivalent des formations quaternaires signalées à la Guadeloupe et dans quelques autres îles de l'archipel antillien. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'un nouveau massif granitique dans la vallée de l'Arve, entre Servoz et les Houches.* Note de MM. **E. Haug**, **M. Lugeon** et **P. Corbin**, présentée par M. Michel Lévy.

« La haute vallée de l'Arve, avec les massifs cristallins qui l'entourent, pouvait passer pour une des mieux connues des Alpes françaises, grâce surtout aux travaux classiques d'Alphonse Favre et de M. Michel Lévy et à la publication récente de la Carte géologique du Mont-Blanc de MM. Duparc et Mrazec. Sur cette Carte, de même que sur la feuille d'Annecy de la Carte géologique détaillée de la France, figure, dans la coupure transversale de l'Arve, entre Servoz et les Houches, au milieu d'une grande étendue de terrain houiller, un lambeau de Trias inférieur. Les quartzites qui constituent cet étage affleurent en effet, comme nous le verrons plus loin, en plusieurs endroits, tout en occupant une surface beaucoup plus restreinte que celle qui leur avait été attribuée. C'est dans cet espace même que des circonstances particulièrement favorables nous ont permis de reconnaître la présence d'un affleurement granitique, qui avait jusqu'ici échappé à tous les observateurs, quoiqu'il s'étende sur une longueur de 3^{km} avec une largeur variable.

» Les tranchées du nouveau chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix ont mis à nu des roches très fraîches et nous ont permis de relever, à travers cet affleurement, une coupe détaillée, en prélevant de nombreux échantillons, dont M. Michel Lévy a bien voulu entreprendre l'étude.

» La roche dominante est « un très beau granite du type de Valloreine, à mica noir » abondant, quelquefois intact, le plus souvent chloritisé, à orthose moulant tous les » autres éléments excepté le quartz, à quartz écrasé et recristallisé en forme de ciment » à grain grossier; enfin, à oligoclase-albite (1) ».

» A l'endroit où l'ancienne route de Chamonix par les Houches coupe la voie ferrée, la masse granitique est traversée par plusieurs superbes dykes de kersantite et de porphyrite, de 5^{cm} à 2^{m} d'épaisseur.

» Nous avons pu suivre le granite vers le nord jusqu'à la tour Saint-Michel, vers le sud jusqu'au hameau des Chavans, au-dessus de la prise d'eau de l'usine électrique. Il forme, en général, un bande d'une largeur moyenne de 200^{m}, plus ou moins parallèle à l'Arve, mais, à partir du Jour d'en Haut, l'affleurement s'élargit considérablement vers le sud, car le granite se couche de plus en plus sur les schistes encaissants, pour les recouvrir, aux Bochards, en nappe horizontale, épaisse de quelques mètres seulement, comme l'avait très bien reconnu M. Michel-Lévy (2), en attribuant, il est vrai, cette allure tectonique à la « bésimaudite ». D'ailleurs, le granite est lui-même recouvert par des quartzites triasiques, qu'un esprit non prévenu ne pourrait pas distinguer des granites sous-jacents, ici particulièrement chloriteux.

» Un second pointement granitique, beaucoup moins étendu, existe à l'ouest de l'affleurement principal, entre le Rozier et Rajis. La roche, fortement écrasée et altérée, est pauvre en mica et peut être qualifiée de protogine.

» Dans toute la coupure transversale de l'Arve, de Servoz aux Houches, les Cartes existantes n'indiquaient, outre le Trias inférieur, que du Houiller. En réalité, la masse schisteuse, dans laquelle on voit pointer le granite, est beaucoup plus complexe. Nous y avons reconnu plusieurs bandes très développées de schistes à séricite et de cornes vertes plus ou moins cristallines, qui nous ont paru identiques aux roches attribuées au Précambrien par M. Michel Lévy, dans les massifs du Mont-Blanc, des Aiguilles Rouges et du Prarion. L'un de nous (P. C.) y a observé, au pied de l'escarpement qui porte la tour Saint-Michel, et sous le granite, un banc de cipolin gris-perle, bien stratifié. La cristallinité de ces schistes verts est probablement due en grande partie au dynamométamorphisme; nous avons cependant recueilli, à 100^{m} au-dessus de l'hôtel des Montées, sur la

---

(1) Les mots entre guillemets sont empruntés aux diagnoses que M. Michel Lévy a eu l'amabilité de nous communiquer.

(2) *Note sur la prolongation vers le Sud de la chaîne des Aiguilles Rouges* (*Bull. Serv. Carte géol.*, n° 27, p. 14, fig. 5).

route départementale, tout près du granite, une véritable roche de contact que M. Michel Lévy qualifie de « schiste micacé feldspathisé, du type Saint-Léon, ayant subi sans conteste l'action du granite ».

» Il est presque toujours extrêmement difficile de séparer d'une manière précise les schistes cristallins et cornes vertes des schistes ardoisiers noirs et des grès, que l'on attribue au Houiller, en raison de la présence de fossiles végétaux dans plusieurs localités voisines. Il semble même exister des passages insensibles entre les schistes cristallins et les roches nettement détritiques. Nous avons observé, d'autre part, au-dessus de la chambre de décantation de la prise d'eau du P.-L.-M., des argilolithes rouges et vertes, qui représentent peut-être le Permien.

» Si les cornes vertes et les schistes séricíteux étaient véritablement houillers, comme pourrait le faire supposer leur liaison intime avec les schistes et les grès de cet âge, on serait conduit à les envisager comme du Houiller métamorphisé au contact du granite et l'on devrait considérer le granite lui-même comme postcarbonifère. Mais nous ne pouvons donner cette conclusion qu'à titre purement hypothétique, d'autant plus que les recherches d'Alphonse Favre et de M. Michel Lévy ont démontré l'âge antéhoullier du granite de Vallorcine et de la protogine, et que d'ailleurs la pénétration du Houiller et des schistes séricíteux pourrait être due uniquement à des actions mécaniques.

» Quoi qu'il en soit, le pointement granitique principal que nous avons décrit et les affleurements de houiller franc et de schistes métamorphiques forment des bandes orientées à peu près nord-sud, parallèlement au cours de l'Arve. Les plans de stratification des schistes plongent assez régulièrement vers l'est, avec des angles variant de 30° à la verticale. Nous sommes évidemment en présence d'un faisceau très serré de plis isoclinaux déversés vers l'ouest et grossièrement parallèles aux plis des massifs du Prarion et des Aiguilles Rouges, tandis que leur direction est coupée à 45° par celle des plis du Mont-Blanc.

» Il convient d'ajouter que, dans toute la région, les surfaces de glissement parallèles aux couches, de même que les nombreuses fissures transversales, sont presque partout minéralisées, comme l'attestent les anciennes galeries d'exploitation de pyrite cuivreuse et de galène.

» Nous pensons être bientôt à même de publier sur cette partie de la vallée de l'Arve, qui nous a fourni tant de faits nouveaux, un Mémoire détaillé, accompagné de levés au $\frac{1}{10000}$ et d'une étude pétrographique, pour

laquelle nous sommes heureux de pouvoir compter sur le précieux concours de M. Michel Lévy. »

THÉRAPEUTIQUE. — *La cryogénine dans les fièvres.* Note de M. **Carrière**, présentée par M. Marey.

« Il y a quelques mois, MM. Lumière et Chevrotier ont découvert, isolé et préparé une semicarbazide aromatique, la métabenzaminosemicarbazide à laquelle ils ont donné le nom de *cryogénine*.

» Ces auteurs ont établi que ce produit n'était pas toxique, qu'il n'avait aucune action fâcheuse sur ses fonctions, et qu'il possédait une action antithermique des plus nettes.

» MM. Lumière ont bien voulu me faire parvenir une certaine quantité de cryogénine pour en étudier l'action thérapeutique. Mes recherches étaient avancées lorsque M. Dumarest publia, dans le *Lyon médical*, une étude sur l'action de la cryogénine dans la fièvre des tuberculeux.

» M. Gelibert a aussi apporté devant la Société des Sciences médicales de Lyon le résultat de ses recherches.

» La publication de ces divers travaux m'a décidé à publier le fruit de mes investigations.

» I. Chez des sujets, adultes ou enfants, sains, on constate que la cryogénine n'est nullement toxique aux doses de :

		$0^g,10$	de la naissance	à	15 mois
$0^g,15$	à	$0^g,25$	de 15 mois	à	3 ans
$0^g,25$	à	$0^g,40$	de 3 ans	à	5 »
$0^g,40$	à	$0^g,75$	de 5 »	à	15 »
$0^g,75$	à	$1^g,20$	à partir de		15 »

» Ces doses peuvent être données en cachets, en solution ou dissoutes extemporanément dans du lait.

» Sous l'influence de ce médicament pris en une ou deux doses par voie buccale, la température s'abaisse de $\frac{2}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de degré. L'abaissement commence 1^h30^m après l'absorption, dure 5 à 6 heures puis revient à la normale.

» Le lendemain la température évolue suivant le mode ordinaire.

» Sous l'influence de la médication immédiate ou prolongée je n'ai noté aucune modification dans la composition des urines, la quantité seule augmente légèrement. Il n'y a pas de sudation, et l'on ne constate aucune modification du sang, sauf une leucocytose légère. Le pouls n'est pas sensiblement modifié, la tension artérielle est légèrement diminuée.

» II. Examinons maintenant l'action de la cryogénine dans les fièvres. En général, et d'une manière quasi-constante, la température baisse sous l'influence de cette médication.

» Je dois me hâter d'ajouter que dans les infections aiguës la chute est généralement peu accentuée ($\frac{2}{10}$ à $\frac{8}{10}$ de degré). C'est ce que j'ai observé dans les angines, dans la diphtérie, dans les bronchites, les broncho-pneumonies, les pneumonies, les pleurésies. C'est ce que j'ai encore constaté dans la rougeole, la scarlatine, la variole, la varicelle.

» Dans tous ces cas, chute de 0°, 2 à 0°, 8 survenant 1 ou 2 heures après l'ingestion et persistant 5 à 6 heures, pouvant persister 48 heures à 3 jours après une administration prolongée.

» Dans la *fièvre typhoïde*, la cryogénine abaisse la température de 1°, 5 à 2°, les autres symptômes restant les mêmes, de telle sorte que des fièvres typhoïdes traitées dès le 4e ou 5e jour avec la cryogénine peuvent évoluer sans fièvre pendant toute leur durée. J'ai commencé dans ces cas par des doses fortes, continuées 1 ou 2 jours puis diminuées et enfin espacées. Dans la *grippe* de toutes formes, bons résultats. Dans le *rhumatisme* les résultats ont été variables, tantôt peu accusés (0°, 3 à 0°, 8 de chute), tantôt très accusés (1°, 6 à 2°, 3 de chute).

» Dans la *fièvre nerveuse*, la chute thermique a été très marquée. Il en fut de même dans une *fièvre chlorotique*.

» Dans les *fièvres de suppurations* (consécutives à des abcès ou des collections purulentes ouvertes), la cryogénine absorbée avant le moment où la température monte, abaisse cette dernière et supprime la poussée fébrile.

» Dans quelques cas d'*impaludisme* les résultats ont été satisfaisants et comparables à ceux qu'on obtient à l'aide de la quinine.

» Enfin il semble que la cryogénine ait surtout une action élective sur la *fièvre des tuberculeux*. Chez ces malades la cryogénine n'a qu'une action peu intense lorsqu'il s'agit de formes aiguës (granulie, méningite, péritonites aiguës, bronchopneumonie, pneumonie caséeuse; mais l'action est extrêmement intense dans la fièvre des formes chroniques. A doses moyennes la cryogénine ramène la température à la normale, si élevée qu'elle soit primitivement. Cette chute dure 24 heures en général. Si l'administration est continuée plusieurs jours on peut voir son action se prolonger pendant longtemps et quelquefois même la température ne s'élève plus.

» J'ai en ce moment des tuberculeux qui, en septembre, avaient 39° à 39°, 5 chaque soir et qui, depuis qu'ils ont pris ou qu'ils prennent de la cryogénine, ne montent pas à plus de 37°, 8.

» Dans tous ces cas j'ai commencé par donner la dose forte, je la continue pendant deux jours, je diminue ensuite de 0g, 10 par jour jusqu'à moitié de la dose primitive. Si la fièvre ne reparaît pas j'interromps 1 jour, puis 2, 3, etc. Si elle reparaît, je redonne la cryogénine à une dose de 0g, 10 plus élevée.

» Je n'ai jamais noté d'accidents, de frissons, de diarrhée, de céphalée, d'insomnie, de troubles digestifs, d'anorexie à la suite de l'administration courte ou prolongée de ce médicament.

» J'ai souvent noté des sueurs plus ou moins abondantes et, dans un cas de dothiénentérie, une éruption miliaire respectant la face et la partie moyenne des membres,

mais confluente en tous les autres points. Dans ce cas il y eut en même temps hémoglobinhémie et hémoglobinurie, mais je dois dire que la dose un peu forte de $1^g,50$ par jour chez un enfant de 14 ans et demi avait été prolongée 5 jours.

» Dans les états fébriles comme chez les sujets sains on note seulement une légère augmentation de la quantité des urines, une leucocytose légère, une légère diminution de la tension artérielle.

» Dans tous ces cas la cryogénine était donnée en cachets ou en potions, en une ou deux prises avant que la température ne commençât à monter, c'est-à-dire vers 1^h ou 2^h de l'après-midi.

» En résumé il s'agit là d'un antithermique à action variable, mais dont il convient de retenir la puissance dans la fièvre des tuberculeux et dans celle des dothiénentériques. »

M. **Mascart**, en communiquant à l'Académie des observations qu'il a reçues sur l'abandon, par les oiseaux, des pays atteints par le choléra, s'exprime comme il suit :

« Le P. Victor, trappiste au monastère de El Athroun, par Gaffa (Palestine), me signale dans une longue lettre un grand nombre d'observations qui semblent démontrer que certains oiseaux, en particulier les hirondelles et les moineaux, disparaissent des localités atteintes par la peste ou par le choléra. On peut se demander si le même phénomène a lieu pour la fièvre jaune, dont la propagation par les moustiques paraît aujourd'hui établie, ou pour d'autres maladies contagieuses. En tous cas, l'observation du P. Victor offre un grand intérêt et il serait utile d'appeler sur ce point l'attention des observateurs dans les pays contaminés. »

M. **Marcel Guédras** adresse une Note « Sur le lithopone ».

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er décembre 1902.
(Suite.)

Buletinul Societatii de Sciinte din Bucuresci, Románia; an XI, nos 1 si 2. Bucharest, 1902; 1 fasc. in-8°.

Akademia Umiejetnosci W. Krakowie. *Sprawozdanie komisyi fizyograficznej;* t. XXXVI. Cracovie, 1902; 1 vol. in-8°.

Boletin de la Real Sociedad geografica; t. XLIV, primero e segundo trimestres de 1902. Madrid, 1902; 1 vol. in-8°.

Upsala Läkareförenings Förhandlingar; B. VIII, Häft I, 1902-1903. Upsal, 1902; 1 fasc. in-8°.

The Journal of the British astronomical Association; vol. XIII, num. 1. Londres, 1902; 1 fasc. in-8°.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales; vol. XXXV, 1901. Sydney, 1902; 1 vol. in-8°.

Mededeelingen uit' s Lands Plantentuin; LVIII. *De landbouw der Inlandsche bevolking op Java,* door H.-C.-H. De Bie; ged. LVIII. Batavia, G. Kolff et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

The University of Nebraska. Fifteenth annual Report of the agricultural Experiment station of Nebraska. Lincoln, Nebraska, 1902; 1 fasc. in-8°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica « Antonio Alzate »; t. XVII (1902), num. 1, 2, 3. Mexico, 1902; 2 fasc. in-8°.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences; vol. XXXVIII, nos 1-3. Boston, Mass., 1902; 3 fasc. in-8°.

Transactions of the Academy of Sciences of Saint-Louis; vol. XI, nos 6-8; vol. XII, nos 1-11. Saint-Louis (États-Unis), 1901-1902; 14 fasc. in-8°.

The Aeronautical World; vol. I, n° 4. Glenville, Ohio, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 décembre 1902.

Anthropoligia Suecica; Beiträge zur Anthropologie der Schweden nach den auf Verstaltung der schwedischen Gesellschaft für Anthropologie und Geographie in den Jahren 1897 *und* 1898, *ausgeführten Erhebungen,* ausgearbeitet und zusammengestellt von Gustaf Retzius und Carl-M. Fürst; mit 130 Tafeln, 14 Karten und 7 Proportionstafeln in Farbendruck, vielen Kurven und anderen Illustrationen. Stockholm, 1902; 1 vol. in-f°. (Hommage des auteurs.)

Petit traité d'Agriculture tropicale, par H.-A. Alford Nicholls; traduit de l'anglais par E. Raoul. Paris, Augustin Challamel, 1901; 1 vol. in-8°.

La stabilité des murs de barrage; détermination des profils rationnels dans l'hypothèse de l'intervention des sous-pressions, par Pierre Vandeuren. Bruxelles, 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté, ainsi que l'Opuscule suivant, par M. Maurice Levy. Hommage de l'auteur.)

Étude sur la tension du fil téléphonique: calcul des poteaux métalliques en treillis soutenant les grands faisceaux aériens, par Pierre Vandeuren. Bruxelles, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bericht über die internationale Experten-Conferenz für Wetterschiessen in Graz. Vienne, 1902; 1 fasc. in-4°.

Die Staatsquellen von Vichy, herausgegeb. v. der Verwaltung des Bades Vichy; mit einem einleitenden Bericht des Geh. Medicinalraths Prof. Dr Liebreich. Strassburg, 1902; 1 fasc. in-12.

Census of India, 1901; vol. II, II *a*, V, V *a*, XVII *a*, XXI, XXI *a*. Bombay, Lahore,..., 1902; 6 vol. petit in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 décembre 1902.

Annuaire pour l'an 1903, *publié par le Bureau des Longitudes, avec Notices scientifiques.* Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-12. (Présenté par M. le général Bassot.)

Cahiers du Service géographique de l'Armée : n° 16. *Matériaux d'étude topologique pour l'Algérie et la Tunisie* (3e série); n° 17. *Rapport sur les travaux exécutés en* 1901. Paris, Imprimerie du Service géographique de l'Armée, 1902; 2 fasc. in-8°. (Présenté par M. le général Bassot.)

La Mécanique à l'Exposition de 1900, publié sous la direction de M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut; t. I-III. Paris, Vve Ch. Dunod, 1902; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

M. Jean Brunhes, Professeur à l'Université de Fribourg, fait hommage à l'Académie des trois Ouvrages suivants :

Étude de Géographie humaine. L'irrigation, ses conditions géographiques, ses modes et son organisation dans la Péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord, par Jean Brunhes. Paris, C. Naud, 1902; 1 vol. in-8°.

Le travail des eaux courantes : la tactique des tourbillons; par Jean Brunhes. Fribourg (Suisse), 1902; 1 fasc. in-8°.

De vorticum opera seu quo modo et quatenus aquæ currentes per vortices circumlatæ ad terram excedendam operam navent; Jean Brunhes. Fribourg (Suisse), 1902; 1 fasc. in-8°.

U. S. Department of Agriculture. Seventeenth annual Report of the Bureau of animal industrie for the year 1900. Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

Proceedings and transactions of the Royal Society of Canada; ser. II, vol. VII. Ottawa, 1901; 1 vol. in-8°.

Transactions of the American Society of mechanical Engineers; vol. XIII. New-York, 1902; 1 vol. in-8°.

Lotabweichungen. Heft II : *Geodätische Linien südlich der europäischen Längen-*

gradmessung in 52 *Grad breite*, von A. Börsch und L. Krüger. Berlin, 1902; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 DÉCEMBRE 1902.

Le cône de la Montagne Pelée le 8 *novembre* 1902. (Observations de M. Lacroix.) s. l. n. d. 1 feuille héliogravure et 1 feuille texte, in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

La Valachie, essais de Monographie géographique, par M. Emmanuel de Martonne; avec 5 cartes, 12 planches h. t. et 48 figures. Paris, Armand Colin, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Note sur une espèce nouvelle de Fischerella; par M. Maurice Gomont; avec 1 planche h. t. (Extrait du *Journal de Botanique*, t. XVI, n° 9, 1902.) Paris, impr. J. Mersch; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recherche sur l'orbite de la comète périodique de Holmes et sur les perturbations de son mouvement elliptique, par le Dr H.-J. Zwiers; 2e Mémoire. Leyde, 1902; 1 fasc. in-4°. (De la part de l'Observatoire de Leyde.)

Untersuchungen über den Lichtwechsel Algols, von Ant. Pannekoek. Leyde, L. Van Nifterik, 1902; 1 vol. in-4°.

Annalen der Sternwarte in Leiden, herausgeg. von Dr H.-G. Van de Sande Bakhuyzen; Bd. VIII. Leyde, 1902; 1 vol. in-4°.

Catalogus van de boeken aanweizig in de Bibliotheek der Sterrenwacht te Leiden, uitgegeven door H.-G. v. d. Sande Bakhuyzen. Leyde, 1902; 1 vol. in-8°.

A Balaton kovamoszatai vagi bacillariai. Dr Pantocsek Jozsef. Budapest, 1901; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië, 1901. Batavia, 1902; 1 vol. in-8°.

Statistiek van den Handel, de Scheepvaart en de in- en uitvoerrechten in Nederlandsch-Indië over het jaar 1901. Batavia, 1902; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

Table des matières du Tome CXXXIV.

Page 1655, 2e colonne, ligne 26, *au lieu de* Leduc (S.). — Sur la cohésion des liquides. (En commun avec M. Sacerdote.) *lire* Leduc (A.). — Sur la cohésion des liquides. (En commun avec M. Sacerdote.)

(Séance du 15 décembre 1902.)

Note de M. *Garrigou*, La diffusion de l'arsenic dans la nature :

Page 1113, dernière ligne, *au lieu de* iridium, *lisez* indium.

FIN DU TOME CENT TRENTE-CINQUIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1902.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXXV.

A

B

C

F

G

H

I

L

M

N

O

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
32146 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.





